UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Facultad de Ingenierías
Carrera de Ingeniería Eléctrica

“PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA OCAÑA”

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

AUTORES:

Gómez Muñoz Geovanny Patricio

Méndez Peñaloza Gino Fabricio

DIRECTOR:

Ing. Jaime Sánchez

Cuenca, Junio 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, Gino Fabricio Méndez Peñaloza, Geovanny Patricio Gómez Muñoz declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Firma: _____ _____

Gino Fabricio Méndez Peñaloza **Geovanny Patricio Gómez Muñ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gino Fabricio Méndez Peñaloza y Geovanny Patricio Gómez Muñoz, bajo mi supervisión.

Firma: _____

Ing. Jaime Sánchez

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, a nuestros padres que nos dieron su apoyo para culminar nuestra preparación universitaria.

Al Ing. Jaime Sánchez por guiar con sus conocimientos la culminación del presente Proyecto.

De la misma manera al Ing. Jaime Sánchez Arévalo Jefe del Departamento Técnico de la EMAC, al Ing. René Guerrero, Ing. José Rodríguez, Ing. Daniel Guillen, Ing. Damián Matute, Ing. Jorge Reyes que nos brindaron su apoyo para la elaboración del Proyecto.

Y a ELECAUSTRO.S.A por las facilidades brindadas, en especial al Gerente.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis seres queridos Gloria, Víctor y Cristian, que me han sabido guiar en todos los momentos importantes de mi vida.

Hago extensiva esta dedicatoria a mi primo Adrian, a mi sobrino Cristian y a mis amigos, que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Gino Méndez P.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi querida familia Rosa, Pancho, Juan, Magu, Miguel y a mi esposa Cris porel apoyo y comprensión que me supieron brindar incondicionalmente en todo momento, para poder culminar exitosamente con mi carrera universitaria.

De igual manera a mis primos Byron, Andrés y en especial a mi Tío Jorge (+) por su ayuda en los momentos más difíciles de mi vida.

Geovanny Gómez M.

INDICE GENERAL

CAPITULO 1

1 Mantenimiento Industrial……..……..2
1.1 Introducción……..……..2
1.2 Tipos de Mantenimiento……..……..……..……...3
1.2.1 Mantenimiento Correctivo.....……..……..…….....…..3
1.2.2 Mantenimiento Preventivo…….……5
1.3 Ciclo de vida…...……..... ……..9
1.4 Sistema de Mantenimiento…...…….…...11
1.4.1Mantenimiento Productivo Total (T.P.M)……...……11
1.4.2 Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM)… ……...13
1.5 Gestión de Mantenimiento…….……15
1.5.1Gestion de los equipos……..15
1.5.1.1Inventario de Equipos……15
1.5.1.2Información Técnica de la Maquina……..……16
1.5.1.3 Fichero Histórico de la Maquina……..17
1.5.1.4 Repuestos……17
1.5.2Gestión de los Recursos Humanos……. .19
1.5.2.1 Formación y Adiestramiento del Personal ……..19
1.5.2.2 Subcontratación del Mantenimiento…….……....20
1.5.3 Gestión de los Trabajos……...20
1.5.3.1Politica del Mantenimiento……....20
1.5.3.2Establecimiento de un Plan de Mantenimiento……22
1.5.3.3Planificación y Programación del Mantenimiento……23
1.5.4 Los Costes de Mantenimiento……25

CAPITULO 2

2 Centrales Hidroeléctricas……..……29
2.1 Introducción.……..……29
2.2 Funcionamiento……..……...30
2.3 Tipos de Centrales Hidroeléctricas …...……..……....31
2.3.1 Centrales de Agua Fluyente……..…….…….……...….32
2.3.2 Centrales de Agua embalsada o de Regulación…..……..……...……33
2.3.3 Centrales de almacenamiento por Bombeo…...……....……...……..34
2.3.4 Según la Altura de Salto ..…...…….....……...……36
2.3.4.1 Centrales de Alta Presión…...…….....……..…..…36
2.3.4.2 Centrales de Media Presión…...…….....……...…..36
2.3.4.3 Centrales de Baja Presión…...…….....……..……36
2.4 Central Hidroeléctrica Ocaña……..……...……..37
2.4.1 Antecedentes……...…….……37
2.4.2 Descripción General……...…….……38
2.4.2.1 Características Generales……...…….……38
2.4.2.2 Hidrología Caudales…….…….....……..38
2.4.2.3 Ubicación Geográfica…….…….....……....38
2.4.2.4 Características Físicas de la Zona…….……....39
2.4.3 Funcionamiento de la Central Ocaña…….……...……....39
2.4.4 Componentes principales del proyecto…….…….....43
2.4.4.1 Obras de Toma…….…….....43
2.4.4.1.1 Cierre…….……...…….....43
2.4.4.1.2 Captación……..…….……...…….....45
2.4.4.1.3 Desarenador……..…….……...…….....46
2.4.4.1.4 Tanque de Carga By-Pass……..……...….....46
2.4.4.2 Reservorio de Regulación……..……..….....48

2.4.4.3 Tanque de Presión Principal…….……..…....49
2.4.4.4 Sistema de Conducción……..……...……..…....49
2.4.4.5 Chimenea de Equilibrio……..……...……..…....51
2.4.4.6 Tubería de Presión……..……...……..…....52
2.4.4.7 Casa de máquinas……..……....……..…....52
2.4.4.8 Obras de Restitución……..……..…....53
2.4.5 Equipo Mecánico……..…….……..…....54
2.4.6 Equipo Eléctrico……..……..……..…....55
2.4.7 Sistema de Control y Telecomunicaciones……..……...……..56
2.4.8 Caminos de Acceso……..……...……..57
2.4.9 Línea de Transmisión……..……...……..…....57
2.5 Programa de Mantenimiento Asistido por Computador..……..58
2.5.1 Descripción General del Programa de Mantenimiento SISMAC...……..59
2.5.1.1 Características Principales.…….…….63
2.6 Implementación del Sismac en la Central Ocaña…….……65
2.7 Mantenimiento Preventivo en la Central Ocaña..…….……..…….69

CAPITULO 3

3 Subsistemas de la Central Hidroeléctrica Ocaña.……..……72
3.1 Antecedentes……..……72
3.2 Subsistema de Captación y Reservorio
.…….…….…….…....….76
3.2.1 Descripción ……..…….……..…….....….76
3.2.2 Lógica de Funcionamiento...…….……..…….....……77
3.2.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac.....79
3.2.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Captación y Reservorio...……80

3.3 Subsistema de la Turbina…….……..……...…….83

3.3.1 Descripción ……....…….…..…….....… 83

3.3.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..…….....… 89

3.3.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac……...91

3.3.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para La Turbina…….....…….……...94

3.4 Subsistema de Generador...…….…….. …… ……..….....96

3.4.1 Descripción……....…….…...……...… 96

3.4.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……...……...100

3.4.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….103

3.4.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para El Generador……..…….103

3.5 Subsistema de Válvula esférica...……..……...……...108

3.5.1 Descripción ……....…….…..…….....108

3.5.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……...……..…111

3.5.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac……....112

3.5.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Válvula Esférica…….....…….……...113

3.6 Subsistema de Agua de Enfriamiento...…….…….....116

3.6.1 Descripción ……...…….…..……...… 116

3.6.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……...…..……118

3.6.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac.....120

3.6.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sistema de Agua de Enfriamiento...…….....121

3.7 Subsistema Oleohidráulico...……....…….....124

3.7.1 Descripción……....…….…..…….....124

3.7.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……...…….. 127
3.7.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….129
3.7.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sistema Oleohidráulico...…….…….…….....129

3.8 Subsistema de Regulación...……..……...……..134
3.8.1 Descripción……...….…….…..……...…..134
3.8.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……...… …..…137
3.8.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….139
3.8.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sistema de Regulación...…….……..…….139

3.9 Subsistema de Frenado y Elevación del Rotor...…….....140
3.9.1 Descripción……...…….…..……...….……140
3.9.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..…….....141
3.9.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac……142
3.9.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sistema de Frenado y Elevación...…..….…….....142

3.10 Subsistema de Excitación……..…….147
3.10.1 Descripción…...…….....….…….…..……....147
3.10.2 Lógica de Funcionamiento...…….…….…..……..… 149
3.10.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….150
3.10.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sistema de Excitación……..……..…….150

3.11 Sistema de Sincronización...…….…….…..……..... 153
3.11.1 Descripción ……..……...…….…….153
3.11.2 Lógica de Funcionamiento...…….…..……...…….…..155
3.11.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac……155

3.11.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Sincronización...……... ……..…156

3.12 Subestación Ocaña…..…….....…….....…..…157

3.12.1 Descripción…..…….....…….....…..…157

3.12.2 Transformador de Potencia……...……..…158

3.12.2.1 Descripción……...…….....… 158

3.12.2.2 Lógica de Funcionamiento...……..……..…..162

3.12.2.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….…....163

3.12.2.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para transformador Principal. …….……163

3.12.3 Interruptores-Seccionadores-Pararrayos….....……...……166

3.12.3.1 Descripción……....…….....…166

3.12.3.2 Lógica de Funcionamiento...……..……....……175

3.12.3.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….……....176

3.12.3.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Interruptor-seccionador-pararrayos…..……177

3.12.4 Protecciones…..…….....……...……..……181

3.12.4.1 Descripción……....…….....… 181

3.12.4.2 Lógica de Funcionamiento...……..……....……183

3.12.4.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….……...184

3.12.4.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Protecciones……..…….……185

3.12.5 Sistema de Servicios Auxiliares...……..…….....186

3.12.5.1 Descripción……....…….....…186

3.12.5.2 Lógica de Funcionamiento...……..……...…193

3.12.5.3 Estructura y codificación de Equipos para el programa Sismac…….195

3.12.5.4 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Servicios Auxiliares...……....196

CAPITULO 4

4 Integración de Subsistemas……..……..…..201

4.1 Antecedentes……201

4.2 Operación de la Central Hidroeléctrica Ocaña.. …….....……205

4.3 Lógica de Funcionamiento de Arranque de la Unidad de Generación de la Central Ocaña……..……..……..……..…...…..210

4.4 Estructura de Equipos en Unidades de generación de la Central Ocaña……211

4.5 Actividades Preventivas de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para la Central Ocaña……..216

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1.1 Curva de la bañera o curva del ciclo de vida …….....9

Figura 1.2 Curva de la bañera "Mortalidad Infantil"….…….....10

Figura 1.3 Curva de la bañera "Fallas Aleatorias"..…..…….…….....10

Figura 1.4 Curva de la bañera "Desgaste por envejecimiento"……...….....10

Figura 1.5 Fases de una política de mantenimiento"……...….....20

CAPITULO 2

Figura 2.1 Perfil de una Central Hidroeléctrica ……..…….....30

Figura 2.2 Centrales de pasada …...……..……...33

Figura 2.3Centrales de embalse …...……..…..…...34

Figura 2.4Perfil de una Central de almacenamiento por bombeo…...……....34

Figura 2.5Ubicación Geográfica del Proyecto…...……..……..…..…...38

Figura 2.6Diagrama de Bloques del funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña…...……...42

Figura 2.7Azud de Derivación…...…….....44

Figura 2.8Reservorio de Regulación…...……...…….....48

Figura 2.9 Tanque de Carga Principal…...……...……...…….....49

Figura 2.10 Tubería de Baja Presión…...……...……...…….....50

Figura 2.11 Túnel de Conducción…...……...……..…...…….....50

Figura 2.12 Chimenea de Equilibrio…...……...……..…...…….....51

Figura 2.13Tubería de Presión…...……...……..…...…….....52

Figura 2.14 Casa de Máquinas…...……...……..…...…….....53

Figura 2.15 Obras de Restitución…...……...……..…...…….....53

Figura 2.16 Rodetes y Ejes de la Turbina ……..…..54

Figura 2.17 Subestación Ocaña……...……..…...55

Figura 2.18 Línea de Transmisión.....57
Figura 2.19 Módulos principales e interfaz.....60
Figura 2.20 Niveles jerárquicos.....63
Figura 2.21Documentación Técnica Sismac. 64

CAPITULO 3

Figura 3.1 Diagrama de Bloques de Subsistemas.....73
Figura 3.2 Lógica de Funcionamiento Captación y Reservorio.....79
Figura 3.3 Esquema de Turbina Pelton 84
Figura 3.4 Rodete Pelton.....85
Figura 3.5Inyectores.....85
Figura 3.6 Eje.....87
Figura 3.7 Cojinetes.....87
Figura 3.8 Bastidor.....88
Figura 3.9 Perfil de la turbina 89
Figura 3.10 Lógica del cojinete de la turbina.....90
Figura 3.11Bobinado Estator.....97
Figura 3.12Polos delRotor.....98
Figura 3.13Perfil del grupo turbina-Generador.....100
Figura 3.14 Lógica de funcionamiento de cojinetes del
Generador.....101
Figura 3.15 Lógica del Generador.....102
Figura 3.16Estator del generador.....102
Figura 3.17 Válvula Mariposa.....108
Figura 3.18 Esquema de la Válvula Esférica.....110
Figura 3.19Lógica del Sistema Válvula Esférica.....111
Figura 3.20 Diagrama de Bloques del SAE.....116
Figura 3.21 Lógica del Sistema de Agua de Enfriamiento. 118

Figura 3.22 Lógica de la señal de arranque bomba 1…..…..…..…….....….119
Figura 3.23 Lógica de la señal de arranque bomba 2…..…..…..…….....….120
Figura 3.24 Diagrama de bloques del Sistema Oleo…..…..…….....….126
Figura 3.25Esquema del depósito de aceite……..…..…….....….127
Figura 3.26 Lógica del Sistema Oleo. …..…..…….....……..128
Figura 3.27Esquema de Control T-SLG…..…..…….....……..135
Figura 3.28Lógica del Sistema Regulador…..…..…….....138
Figura 3.29 Lógica del Sistema de Frenado…..…….....141
Figura 3.30 Excitatriz sin Escobillas……..…….....147
Figura 3.31Sistema de excitación…..…….....148
Figura 3.32Lógica del Sistema de Excitación. …..…….....149
Figura 3.33Synchrotact 5…….....…….…….....153
Figura 3.34Unicontrol 1000-15…….....…….…..…153
Figura 3.35Esquema y lógica del syncronotact……....……...……154
Figura 3.36Lógica del Sistema de Sincronización……....……..……..…155
Figura 3.37Transformador de Potencia…….…….....…..…159
Figura 3.38Lógica del transformador…….…….…….....…..…..162
Figura 3.39Interruptor 3AP1-FG……..…….....…….....…166
Figura3.40 Interruptor de Alto voltaje 3Ap1/2 de 72.5 KV
……..…….....…167
Figura 3.41 Partes Mecánicas del seccionador…….....…169
Figura 3.42 Partes Mecánicas del seccionador…….....…169
Figura 3.43 Partes Mecánicas del seccionador…….....…170
Figura 3.44 Pararrayos 3EP5…….....…….....…170
Figura 3.45 Pararrayos 3EP5…….....…….....…171
Figura 3.46 Pararrayos 3EP5…….....…….....…172
Figura 3.47 Membrana…….…….....…….....…173
Figura 3.48 Carcasa…….…….....…….....…173
Figura 3.49 Núcleo…….…….....…….....…173
Figura 3.50Transformador de corriente…….....…..174

Figura 3.51Membrana de Fluoroelastometro…….....…..174
Figura 3.52Terminal Primario…….....….....175
Figura 3.53Caja de Conexiones…….....….....175
Figura 3.54Lógica delInterruptor…….……..…..175
Figura 3.55 Relé MICOM P343…….……..…..181
Figura 3.56 Lógica Sistema de Protecciones……..184
Figura 3.57 Transformador trifásico tipo Pedestal ….…….……..…..188
Figura 3.58 Grupo Electrógeno…….. ….…….……..…..189
Figura 3.59Secuencia de Transferencia de Servicios Auxiliares……..…191
Figura 3.60Lógica de Servicios Auxiliares…….……..…193
Figura 3.61Lógica de transferencia Servicios Auxiliares……..…195

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

Tabla 2.1 Caudales de diseño de la Central Ocaña…….....38
Tabla 2.2 Cotas y dimensiones de la obra de cierre……..……...44
Tabla 2.3Dimensiones de la obra de Captación……..……45
Tabla 2.4Características Técnicas del Desarenador……..……..46
Tabla 2.5Características Técnicas del Tanque de By Pass……..…47
Tabla 2.6Características Técnicas Compuertas……..…….47
Tabla 2.7Características Técnicas Reservorio……..……...48
Tabla 2.8Características Técnicas Tanque de Carga Principal……...49
Tabla 2.9Características Técnicas Turbina……..…….....55
Tabla 2.10Características Técnicas Generador……..…….56

CAPITULO 3

Tabla 3.1 Características técnicas de Turbina Pelton……..…….....83

Tabla 3.2 Características técnicas del Generador……..……...…….....96

Tabla 3.3Características técnicas del Transformador……..……..…….....158

Tabla 3.4 Características técnicas Interruptor de Potencia……..……..……....167

Tabla 3.5 Características técnicas seccionador……..…….…….....168

Tabla 3.6 Características técnicas seccionador puesta a tierra……..……...……168

Tabla 3.7 Características técnicas del pararrayo……..……...……170

Tabla 3.8Transformadores de Protección del Generador……..……...….172

Tabla 3.9Transformadores de Protección en Trafo principal TX1……..……...….172

Tabla 3.10Características técnicas MICOM P343……..……...…….....182

Tabla 3.11Valores nominales del Relé MICOM P343……..……...…….....182

Tabla 3.12Características técnicas MICOM P141……..…….....183

Tabla 3.13Valores nominales del Relé MICOM P141……..……...…….....183

Tabla 3.14 Características técnicas del Sistema de Corriente Continua…….....186

Tabla 3.15 Características técnicas del Sistema de Corriente Alterna…..…….....187

Tabla 3.16Características técnicas del Transformador de SSAA…....…….....188

Tabla 3.17Características técnicas del Transformador de SSAA…....…….....189

Tabla 3.18Características técnicas del Grupo Electrógeno……....…….....190

CAPITULO

1

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1.1. INTRODUCCION

Existe la necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos, y electrónicos) de los procesos dentro de las instalaciones de una planta industrial, debido a que cualquier máquina o equipo sufre a lo largo de su vida una serie de degradaciones. Si no las evitamos, o eliminamos una vez aparecidas, su rendimiento disminuye y su vida útil se reduce.

Con el aumento del tamaño de las fábricas y viendo la importancia que suponía el mantenimiento de las instalaciones, los talleres se fueron integrando dentro de las organizaciones. Se empezó a diferenciar entre personal de producción y personal de mantenimiento.

Se entiende por Mantenimiento a una función a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

El objetivo es: “Conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para el personal y con una mínima degradación del medio ambiente”.

1.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Evitar detenciones inútiles.
- Prolongar la vida útil de los bienes.

Un sistema óptimo de mantenimiento integral debe hacer uso de las clases o grupos de mantenimiento, clasificándolas y descubriendo las ventajas que cada una puede aportar a la empresa.

Los tipos de mantenimiento se clasifican de la siguiente manera[1]:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo

1.2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

En este caso se repara la maquinaria a medida que va fallando, razón por la cual, los tiempos para volverla a poner en servicio pueden ser muy largos y más aún si fallan elementos distintos; es necesario empezar de cero cada vez que se presenta un problema.

[1] LOURIVAL, Augusto Tavares, Administración Moderna de Mantenimiento, 1ra edición.

El principal inconveniente con que nos encontramos con este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.

Con el fin de obtener un mayor rendimiento del equipo, el usuario no dará parte de la avería hasta que este le impida continuar trabajando. Si añadimos que el personal encargado del uso de los equipos no es experto en averías, pasara por alto ruidos y anomalías que pueden preceder al fallo. Llevar el equipo al límite de su funcionamiento puede agravar el fallo inicial o degenerar en otros de mayor importancia.

Dado que la avería puede producirse en cualquier instante, podemos encontrarnos con que no tenemos personal disponible para afrontar la reparación en ese momento, y el tiempo de no disponibilidad del equipo aumentara. El caso contrario, tener personal suficiente para afrontar cualquier avería imprevista, supone un aumento considerable en los gastos directos de mantenimiento.

Una desventaja importante de este tipo de mantenimiento es que el personal encargado de las reparaciones sólo tiene contacto con los equipos a la hora de reparar, perdiendo toda la información que se obtiene en el seguimiento de las maquinas durante su funcionamiento.

Aunque los inconvenientes del mantenimiento correctivo son mayores que sus ventajas, es imposible prescindir de él. Siempre habrá averías que se escapen a cualquier predicción y que sea necesario reparar inmediatamente.

Entre los inconvenientes que presenta este tipo de mantenimiento son:

- Incrementa el consumo de repuestos.

- Reduce la vida útil de los componentes de la máquina.

- Riesgo de no disponer de repuestos.

- No permite planificar ni programar los trabajos.

- Debido a que muchas veces las intervenciones se plantean con urgencias, se hacen reparaciones de baja calidad y poco fiables. El fin que debe perseguir el mantenimiento es disminuir el número de trabajos después de la avería o imprevistos y aumentar el número de trabajos planificados.

Aplicaciones

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.

- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.

- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

1.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias.

Los métodos más usuales que utiliza el mantenimiento preventivo para el conocimiento de los equipos los podemos resumir en:

- **Inspecciones visuales:**Consiste en verificar posibles defectos o anomalías superficiales que vayan apareciendo en diferentes elementos del equipo.

- **Control de la lubricación:**El análisis de los aceites de las máquinas permite determinar el contenido de hierro o cualquier otro compuesto que altere su funcionamiento. Con estos análisis podemos determinar los grados de desgaste de los elementos lubricados.

- **Control de la corrosión:** Para el control de la corrosión pueden emplearse equipos de medición de espesores mediante ultrasonidos.

El engrase, debe considerarse como una necesidad unida al funcionamiento del equipo y no como una acción más del mantenimiento; la no lubricación en una maquina ocasionaría el mal funcionamiento y la destrucción de la misma.

Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento son:

- Disminuir la frecuencia de las paradas (realizar varias reparaciones al mismo tiempo).

- Preparar y aprovisionar las herramientas y piezas de recambio necesarias.

- Genera un conocimiento extra de las máquinas.

- Alarga y conserva la vida útil de la maquinaria.

- Incrementa la productividad.

Desventajas:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.

- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal.

- Se efectúan reparaciones y sustituciones de elementos que no serían totalmente necesarios, pero por aprovechar la parada y apertura del equipo, se realizan.

- Se corre el riesgo de que al ser revisada una máquina que no presentaba ninguna anomalía y su funcionamiento era correcto antes de su intervención, después de realizada ésta, el equipo presente problemas y se deje en peores condiciones de funcionamiento.

Aplicaciones

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro.

- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

El mantenimiento Predictivo es un complemento del mantenimiento Preventivo, debido a que este se basa en los históricos obtenidos de las máquinas para adelantarse a futuras fallas que causen paradas intempestivas de la máquina.

Mantenimiento Predictivo.-Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros físicos[2].

El mayor inconveniente para su aplicación es el económico. Para cada equipo es necesaria la instalación de equipos de medida centralizados en una estación de seguimiento.

Los parámetros a controlar pueden ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruido, vibraciones, etc.

Desventajas

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos tienen un costo elevado.

- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

Los métodos más usuales que utiliza el mantenimiento predictivo para el conocimiento de los equipos los podemos resumir en:

- **Medición de temperaturas:**Puede detectar anomalías que van acompañadas de generación de calor como rozamientos o mala lubricación, e incluso permite determinar el estado de los equipos mediante termografías superficiales.

[2]ELOLA,Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997.

- **Medición de vibraciones:**El estudio de los espectros de vibraciones y su amplitud puede proporcionarnos suficiente información para saber las partes que comienzan a dañarse dentro de cualquier equipo.

- **Control de fisuras:** Para el control de fisuras y otros defectos, se emplean métodos como las radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonidos, corrientes inducidas, etc. El conocimiento de fisuras en elementos que han estado trabajando nos permitirá tomar decisiones sobre la sustitución y tiempo máximo de funcionamiento antes del fallo total.

1.3. CICLO DE VIDA (según Weibull)

El ciclo de mantenimiento, para cada tipo de equipo se determina por las condiciones de funcionamiento, su construcción, calidad del mantenimiento e instrucciones del fabricante.

En función de la situación en que el equipo se encuentre, con el pasar del tiempo presentara uno de los tres estándares de falla. La composición de las tres condiciones que normalmente representan las fases de vida de una instalación, equipo o pieza es conocida como “Curva del Ciclo de Vida”.

En la figura 1.1 se muestran algunos patrones de falla para componentes mecánicos y eléctricos.

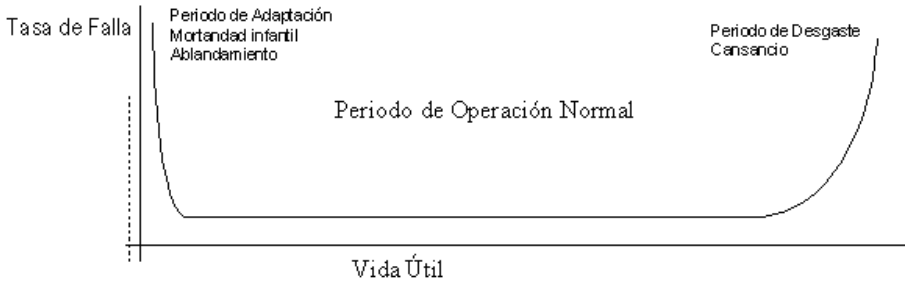


Grafico No.1.1Curva de la bañera o curva del ciclo de vida[3]

[3] LOURIVAL, Augusto Tavares, Administración Moderna de Mantenimiento, 1ra edición

Mortalidad Infantil: Presenta una baja confiabilidad y alta frecuencia de falla, es decir la tasa de fallos es decreciente, debido a la utilización de malos materiales y a los errores de montaje.

Grafico No.1.2Curva de la bañera "Mortalidad Infantil"[4]

FallasAleatoritas (Periodo de Operación Normal): La tasa de fallos es constante propio de materiales de Tecnología eléctrica/electrónica.Son periodos de fallos por azar o aleatorios, son independientes del tiempo, se da por errores de mantenimiento o mezcla de errores.

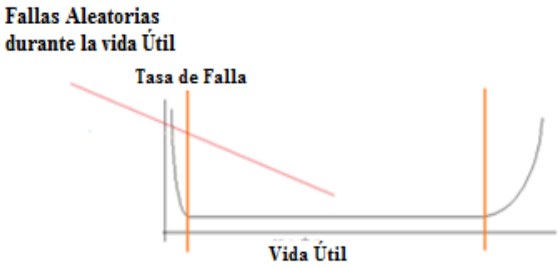


Grafico No.1.3Curva de la bañera "Fallas Aleatorias"[4]

Desgaste Por envejecimiento: Presenta una disminución de la confiabilidad y un crecimiento de la frecuencia de fallo debido al desgaste mecánico y procesos físicos y químicos irreversibles en los componentes del equipo (rodamientos, corrosión).

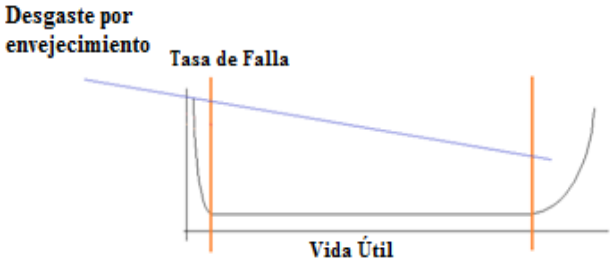


Grafico No.1.4Curva de la bañera "Desgaste por envejecimiento"[4]

El ciclo de mantenimiento es un periodo de tiempo de funcionamiento comprendido en el periodo de operación normal, en el cual se efectúa el servicio técnico de mantenimiento y el mantenimiento rutinario, en el límite de este periodo

[4] http://uruman.org

se debe intervenir al equipo a fin de evitar que disminuya rápidamente la confiabilidad.

1.4. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Actualmente, los dos sistemas que están dando resultados para el logro de un rápido proceso de optimización industrial son el TPM (Mantenimiento Productivo Total), que busca el mejoramiento continuo de la productividad industrial con la participación de todos y el RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), que optimiza la implementación del mantenimiento preventivo, basado en la determinación de la confiabilidad de los equipos.

1.4.1. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M)

TPM es la sigla de "Total Productiva Maintenance" (Mantenimiento Productivo Total) y es una técnica desarrollada en el Japón en la década de 1970, como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios[5].

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa “El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos”.

Objetivos

- Contar con la participación de todos, desde los directores hasta los operarios de primera línea.

- Mejorar la calidad del personal.

[5] LOURIVAL, Augusto Tavares, Administración Moderna de Mantenimiento, 1ra edición

- Mejorar la calidad de los equipos, a través de la maximización de su eficiencia y de su ciclo de vida útil.

Ventajas

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.

- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.

- Mejora de la calidad del producto final.

Desventajas

- Se requiere un cambio de cultura general.

- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

La filosofía del TPM busca eliminar los diferentes tipos de pérdidas que disminuyen la eficiencia, estos pueden ser:

- Las paradas por ruptura, constituyen el mayor porcentaje de pérdidas del rendimiento operacional de los equipos. Son difíciles de eliminar y se presentan según dos causas: pérdida debido a la propia ruptura y pérdida debido a la degeneración gradual del desempeño, introduciendo defectos en el producto.

- La operación en vacío y las pequeñas paradas, son interrupciones momentáneas, provocadas por un problema cualquiera, como por ejemplo: la desconexión de un motor por sobrecarga. Estos tipos de pérdida, generalmente son situaciones donde es suficiente una rápida intervención del operador.

- La reducción de velocidad es debida a que algunos fenómenos que obligan a trabajar a un ritmo menor, ocasionando pérdidas, resultantes de la

reducción de velocidad de operación. Ejemplo: una deficiencia del sistema de refrigeración, que obliga a reducir la velocidad de operación en días cálidos.

- En el inicio de producción se encuentran las pérdidas de rendimiento, que se presentan desde la partida hasta la estabilización de las condiciones operacionales.

1.4.2. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

El Mantenimiento Centrado en la confiabilidad RCM (Reliability Centered Maintenance) es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, que puede ser aplicado a cualquier tipo de instalación industrial, útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento[6].

La idea central del RCM es que los esfuerzos de mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la función que realizan los equipos, asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas, es la función desempeñada por una máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar tener los equipos como si fueran nuevos, sino en condiciones suficientes para realizar bien su función, lo que también implica que se deben conocer con gran detalle las condiciones en que se realiza esta función y, sobre todo, las condiciones que la interrumpen o dificultan, éstos últimos son los denominados fallos o fallas.

Ventajas

[6] http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/implercm.htm

- **Mayor seguridad e integridad ambiental.-**El RCM reduce o elimina los riesgos identificables concernientes a seguridad de los activos y el medio ambiente, incorporándolos a la toma de decisiones de mantenimiento.

- **Mayor funcionamiento operacional.-** El RCM permite asociar las estrategias de mantenimiento más adecuadas para cada activo y también las acciones derivadas en caso que no se pueda aplicar el mantenimiento.

- **Mayor costo-eficacia del mantenimiento.-**El RCM centra su atención en las acciones de mantenimiento de mayor impacto en el desempeño de la planta lo que asegura que toda inversión se realice en áreas donde se obtengan los mejores resultados.

- **Mayor vida útil de componentes costosos.-**Reducción de los costos de mantenimiento por unidad producida.

- **Mayor motivación del personal y trabajo en equipo.-**El proceso de implementación del RCM requiere del involucramiento e interacción del personal de las distintas áreas que conforman a la empresa, incrementando el sentido de pertenencia y fomentando el trabajo en equipo.

Desventajas:

- Debido a la complejidad del proceso de implementación, se requiere de personal con el conocimiento necesario para la aplicación de la metodología y el desarrollo de procedimientos.

- Los resultados generalmente son a mediano y largo plazo lo cual puede ser un motivo de descontento por parte de las jefaturas que exigen, en su mayoría, resultados inmediatos.

- Los paradigmas antiguos de mantenimiento son difíciles de cambiar en el personal cuya mentalidad se enfoca en un mantenimiento tradicional, siendo insensibles al cambio.

1.5. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La Gestión Integral del Mantenimiento busca garantizarle la disponibilidad de los activos fijos, cuando lo requieran con Confiabilidad y Seguridad Total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad[7].

La Gestión Integral del Mantenimiento, incluye una serie de estrategias alineadas cuyo objetivo es lograr la Competitividad Organizacional. Para alcanzarla existen factores claves: la seguridad, la Productividad, el respeto por el medio ambiente y la Confiabilidad.

1.5.1. GESTIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria.

1.5.1.1. INVENTARIO DE EQUIPOS

El inventario es un listado codificado de los equipos a mantener, establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado, se aconseja que se disponga de:

[7]ELOLA,Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997

a) Un ***inventario de equipos*** que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.

b) Un criterio de agrupación por ***tipos de equipos*** para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.

c) Un criterio de definición de ***criticidad*** para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.

d) La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos.

1.5.1.2. INFORMACIÓN TÉCNICADE LA MÁQUINA

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- Documentación del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)

- Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo.

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

a) **Documentos comerciales** que son los utilizados para su adquisición: (Ofertas, Pedido, Referencias servicio post-venta)

b) **Documentos técnicos** suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento.

c) **Fichero Interno** formado por los documentos generados a lo largo de la vidadel equipo.

Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable: (codificación, Condiciones de trabajo reales, Modificaciones efectuadas y planos actualizados, procedimientos de reparacióny fichero histórico de la Máquina).

1.5.1.3. FICHERO HISTÓRICO DE LA MÁQUINA

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio.

Con el análisis de estos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento más adecuado.

1.5.1.4. REPUESTOS

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable. Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

1.- Selección de las piezas a mantener en stock.- El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras, de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos.

Debe establecerse, por tanto, los criterios de decisión en función de:

- La criticidad de la máquina.

- El tipo de pieza(es o no de desgaste seguro, si es posible repararla).

- Las dificultades de aprovisionamiento (plazo de entrega es o no corto).

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos **tipos de inventarios**:

- **Stock Crítico:** piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas.

- **Stock de Seguridad:** Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantener en stock.

- **Piezas de desgaste seguro:** constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).

- **Materiales genéricos:** válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. que por su elevado consumo se debe tener en stock.

2.-Fijar el nivel de existencias.- Para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras.

- Consumo previsto

- Plazo de reaprovisionamiento

3.-Gestión de Stocks.- El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles.

1.5.2. GESTION DE LOS RECURSOS HUMANOS

Uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento es la Gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio.

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo.

- Registrar el resultado de su actividad para, mediante su análisis, permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, de la mantenibilidad, productividad.).

1.5.2.1. FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio, debido a la evolución de las tecnologías, técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico y el escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso.

La formación debe tener un carácter de extensión interdisciplinaria y continuidad, se materializa mediante cursos planeados y un Programa Anual de formación.

El adiestramiento o desarrollo de habilidades, por el contrario, tiene fines exclusivamente técnicos.

En definitiva, mientras el adiestramiento busca fines técnicos exclusivamente, la formación trata de provocar un cambio y de concienciar sobre la existencia de problemas.

1.5.2.2. SUBCONTRATACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La tendencia actual de la organización de mantenimiento es tener menos personal, pero un personal cada vez más preparado técnicamente.

Una vez preparado el trabajo y a la vista de la carga pendiente, se puede decidir subcontratar algunas tareas. Es una de las decisiones de la política de mantenimiento. Depende de consideraciones económicas, técnicas y sobre todo estratégicas.

1.5.3. GESTION DE LOS TRABAJOS

1.5.3.1. POLITICA DE MANTENIMIENTO

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecer la política de mantenimiento. La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

La siguiente figura es una visualización de las diferentes fases de la puesta en marcha de una política de mantenimiento:

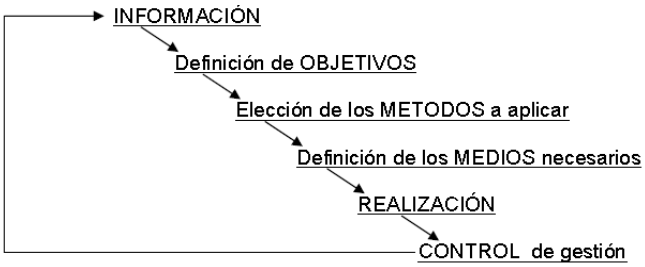


Grafico No.1.5fases de una política de mantenimiento[8]

[8]MASSON, F. Monchy., S. A. ,Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial. Barcelona (1990).

Una vez que disponemos de la información relevante sobre los equipos, su estado y los requerimientos de producción, se fijan los objetivos.

Los objetivos pueden ser muy variables dependiendo del tipo de industria y su situación (producto, mercado, etc.), incluso puede ser distinta para cada máquina o instalación. En cualquier caso la definición de los objetivos no es válida si no se hace previo acuerdo con la dirección técnica y producción. Algunos objetivos posibles son:

- Máxima disponibilidad, no importando el coste.
- Asegurar un rendimiento, una producción.
- Garantizar la seguridad.
- Reducir las existencias de recambios.
- Maximizar la productividad del personal.
- Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias.
- Reducir las improvisaciones.
- Concretar un nivel de subcontratación, etc.

Una vez definidos claramente los objetivos se debe establecer el método o tipo de mantenimiento a aplicar:

La decisión tomada puede ser distinta para cada tipo de instalación.

En definitiva se trata de concretar la aplicación de los diferentes tipos de mantenimiento. Una primera aproximación sería utilizar las recomendaciones de fabricantes. Sin embargo, ellos no disponen de toda la información precisa. La mejor

combinación normalmente suele ser distinta para cada elemento de la instalación a mantener y depende de múltiples factores como son la criticidad de cada equipo, su naturaleza, la dificultad para realizar el mantenimiento o mantenibilidad, su costo, su influencia en la seguridad de las personas o instalaciones, etc.

1.5.3.2. ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Con todo lo dicho hasta ahora podríamos resumir las distintas etapas que supone establecer un plan de mantenimiento:

1º.- Clasificación e Identificación de Equipos.- El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos.

2º.- Recopilar información.- Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:

- Condiciones de Trabajo, de Diseño, recomendaciones del Fabricante y condiciones legales.

3º.- Selección de la Política de Mantenimiento.- Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento se aplicara a cada equipo.

4º.- Programa de Mantenimiento Preventivo.- Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por familias, tipos de equipos, etc., a fin de optimizar la mano de obra. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección y de lubricación.

5º.- Guía de Mantenimiento Correctivo.- Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento correctivoesperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para su presupuestación.

6º.- Organización del Mantenimiento.- El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena.
- La estructura administrativa.
- El sistema de planificación y programación de trabajos.

1.5.3.3. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para optimizar los recursos disponibles es imprescindible planificar y programar los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento tienen una dificultad añadida y es que deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción.

La ***planificación*** de los trabajos consiste en poner al ejecutor en disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con buena eficiencia y según un método optimizado; es lo que también se denomina proceso de preparación de trabajos.

Se trata, por tanto, de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramientas, útiles, consumibles, etc.), y por ello podemos decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación.

La ***programación***, una vez planificados los trabajos, establece el día y el orden de ejecución de los mismos.

Supone, por tanto, un trabajo de ingeniería previo a la ejecución de los trabajos para determinar:

- Localización del fallo, avería.

- Diagnóstico del fallo.

- Prescribir la acción correctiva.

- Decidir la prioridad correcta del trabajo.

- Planificar y programar la actividad.

Las características tan diferentes de los distintos trabajos que tiene que realizar el mantenimiento obligan a distintos niveles de programación:

1º.- Programación a largo plazo (1 año o más). El trabajo se puede cuantificar, prever medios necesarios, tiempo de ejecución e incluso se dispone de elementos de juicio para determinar la fecha de comienzo.

2º.- Programación a medio plazo (semanal, mensual) en la que se puede prever:

- Carga de Mantenimiento Preventivo, resultante de dividir la carga total anual en bloques homogéneos para cada período.

- El resto lo constituye la carga de mantenimiento correctivo, no urgente, que debe ser cuantificado en horas y preparado para asegurar su duración y calidad.

3º.- Programación diaria (corto plazo, turno o jornada) dónde se desarrolla y concreta el programa anterior (semanal/mensual) y en el que se insertan los trabajos urgentes e imprevistos.

1.5.4. LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

El coste de las reparaciones es una parte más del precio final del producto. Independientemente de la buena o mala gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que debemos asumir[9].

Aunque no podemos generalizar, el coste de mantenimiento de un producto se sitúa sobre el 5-10% del total. En principio, esta cantidad no parece elevada pero tiene dos características importantes.

- La primera es que, a diferencia de otras partidas como la materia prima, es un coste que lo fija o controla la propia empresa, pudiendo destinar mayores o menores recursos.

- La segunda es que genera un gasto que obliga a una cierta liquidez que no se recupera (el coste de la materia prima que se puede ir compensando con las ventas).

Si descomponemos los costes de mantenimiento según diferentes aspectos, podemos agruparlos en:

- Costes fijos.

- Costes variables.

- Costes financieros.

[9]ELOLA, Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997

Costes fijos.- Los costes fijos de mantenimiento están compuestos, principalmente, por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo así como todo el gasto originado por el engrase de las máquinas.

Desde el punto de vista de mantenimiento, se trata, por tanto, de un gasto que asegura el estado de la instalación a medio y largo plazo.

La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo, limita la cantidad de revisiones programadas y supone un ahorro para la empresa.

Este ahorro implica una mayor incertidumbre sobre el estado de la instalación y, por tanto, de su capacidad productiva real.

Costes variables.- Dentro de los costes variables de mantenimiento nos encontramos, básicamente, con la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo.

Este correctivo será tanto consecuencia de las averías imprevistas como de las reparaciones que debamos hacer por indicación de los otros tipos de mantenimiento.

Lógicamente, cuanto más se utilice la instalación mayor será el número de averías que aparezcan y, por tanto, la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo.

En principio, parecería imposible reducir este tipo de gasto en mantenimiento, dado que viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo.

La manera de reducir este tipo de gasto no pasa por dejar de hacer el mantenimiento correctivo sino por evitar que se produzcan las averías inesperadas.

Costes financieros.- El coste de todos los recambios de almacén para realizar las reparaciones supone un desembolso para la empresa que limita su liquidez.

Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia nos encontramos con un mal menor dado que esta inversión contribuye a mantener la capacidad productiva de la instalación.

Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

Dentro de estos gastos debe tenerse también en cuenta el coste que supone tener ciertas instalaciones o máquinas duplicadas para obtener una mayor disponibilidad.

En determinadas circunstancias que se obliga a una disponibilidad total, es necesario montar en paralelo una maquina similar que permita la reparación de una de ellas mientras la otra está en funcionamiento.

CAPITULO

2

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

2.1. INTRODUCCIÓN

Hace décadas se inició el desarrollo de tecnologías aplicables en elcampo de las energías renovables, y una de las opciones que más atención ha recibido son las centrales hidroeléctricas, con lafinalidad de abastecer energía eléctrica a un bajo costo.

Las energías renovables se caracterizan porque en su proceso de transformacióny aprovechamiento en energía útil utilizan recursos autosustentables, entre estasfuentes está la hidráulica como una opción apropiada para aportar energía alsistema.

La energía hidráulica es una energía renovable, que sustituye a los combustiblesde origen fósil y nuclear juntos con sus desechos debido a la operación ymantenimiento. La energía hidráulica, tiene un bajo impacto ambiental, ya que elagua como combustible no se consume, pero es explotada a su paso y noempeora su calidad ni se producen emisiones contaminantes.

La energía eléctrica de una Central Hidroeléctrica se obtiene aprovechando la energía cinética queadquiere el caudal al final de una caída, la cual es transformada por unaturbina en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica por elgenerador.

Una de las formas de aprovechar el recurso hidroenergético consiste en construiruna presa que crea a su vez un embalse aprovechable en generación, regadío ycontrol de crecientes.

El costo de construcción de estas centrales es elevado pero los gastos deexplotación y mantenimiento son muy bajos, constituyendo una de lasalternativas más rentables para la provisión de energía eléctrica.

2.2. FUNCIONAMIENTO

La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luegola energía mecánica de rotación se emplea para accionar un generador eléctrico y obtener energía eléctrica.

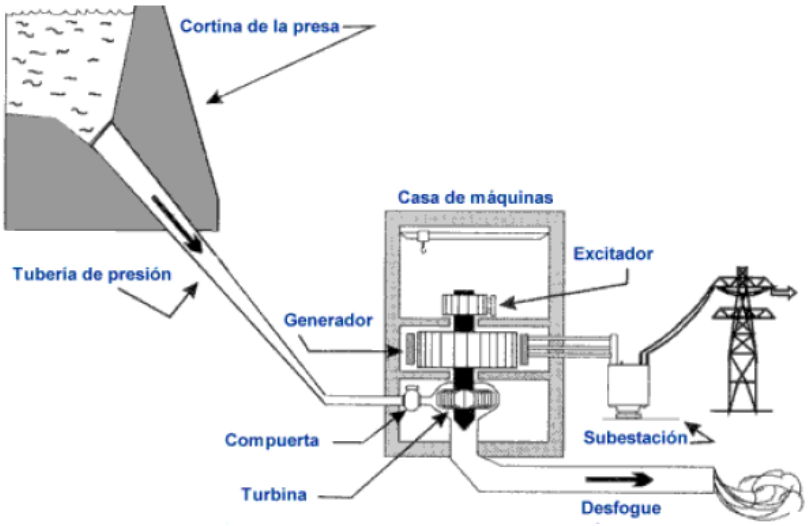


Figura No.2.1 Perfil de una Central Hidroeléctrica [1]

Según la Figura. 2.1, se tiene la presa, situada en el curso de un río, la cual acumula artificialmente un volumen de agua para formar un embalse. Eso permite que el agua adquiera una energía potencial que después se transformará en electricidad. Para esto, se sitúa aguas arriba la presa de agua protegida por una reja metálica, para evitar la entrada de cuerpos extraños que pudieran dañar las turbinas, con una válvula que permite controlar la entrada de agua a la galería de presión; previa a una tubería forzada que conduzca, finalmente, el agua hasta la turbina de la sala de máquinas de la central.

El agua a presión de la tubería forzada va transformando su energía potencial en cinética, es decir, va perdiendo fuerza y adquiere velocidad. Al llegar a la sala de máquinas actúa sobre los álabes de la turbina hidráulica, transformando su energía

[1] http://www.energia.gob.mx/

cinética en energía mecánica de rotación. El eje de la turbina está unido al del generador eléctrico, que al girar convierte la energía rotatoria en energía eléctrica.

Mediante transformadores, la corriente pasa a ser de baja intensidad y alta tensión, de forma que pueda transportarse, con la menor pérdida posible, a los centros de distribución y de consumo. El agua, una vez que ha cedido su energía, es restituida al río aguas abajo de la central a través de un canal de desagüe.

Dependiendo de las condiciones se utilizan diferentes tipos de turbinas. Si la caída del agua es importante se utilizan turbinas Pelton, Si las caídas son medianas turbinas Francis, y si son pequeñas turbinas Kaplan.

2.3. TIPOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Los tipos de centrales hidroeléctricas son variados ya que, en todos los casos, la construcción de una central hidroeléctrica, dependerá de la situación del río.[2]

Las centrales hidroeléctricas tienen el inconveniente de la fluctuación del caudal del río, con lo cual varia la potencia disponible y la demanda de energía.

Teniendo en consideración esta fluctuación las centrales hidroeléctricas se clasifican según el tipo de utilización del agua y según la altura de salto de agua.

Las centrales se clasifican en:

Centrales de agua fluyente o centrales de pasada.- Elcaudal es tomado directamente del recurso hídrico mediante una bocatoma que secomunica con un canal, encargado de conducir el caudal por una pequeñapendiente hasta el lugar donde se obtiene la caída necesaria para obtener lapotencia requerida.

[2] E. SANTOS Potess, Centrales Eléctricas, Editorial Gustavo Grill, S.A. 1987.

Centrales de agua embalsada o regulación.- Se utiliza un dique para detener el caudal del rio, formando un reservorio de agua desde donde ésta fluirá hacia las turbinas.

- Centrales de regulación.
- Centrales de bombeo.

Según el salto del agua o desnivel se clasifican en:

- Centrales de alta presión.
- Centrales de media presión.
- Centrales de baja presión.

2.3.1. CENTRALES DE AGUA FLUYENTE

También denominadas centrales de filo de río o de pasada. Las centrales de agua fluyente, se construyen en sitios en que la energía hidráulica disponible puede utilizarse directamente para accionar las turbinas. Debido a que el caudal del río es variable en las diferentes estaciones del año; (en ocasiones de sequía y otras de abundancia de agua), la central puede construirse para el mínimo caudal disponible, pero entonces, en las épocas de abundante caudal, el exceso es desaprovechado; también puede construirse para el caudal máximo y, en este caso, en las épocas de sequía la central trabaja con poca carga y, por lo tanto, con bajo rendimiento. La solución más económica que se emplea normalmentees una solución media entre los dos extremos citados.[3]

La central se instala en el curso mismo del río o en un canal desviado, como puede verse en la figura.2.2, el proceso inicia con un azud o presa de derivación, la cual

[3] E. SANTOS Potess, Centrales Eléctricas, Editorial Gustavo Grill, S.A. 1987.

capta parte del caudal del río y lo conducea través de canales hasta una cámara de carga. Desde allí parte una tubería que lleva el agua hasta la turbina, situada en la casa de máquinas, junto con el generador eléctrico para aprovechar la energía del agua.

Luego el agua se devuelve al río a través de un canal de desagüe.

Figura No.2.2 Centrales de pasada.[4]

Este tipo de Centrales tiene un impacto en el medio ambiente mínimo, porque al bloquear parcialmente el cauce del río, no inunda los terrenos adyacentes.

2.3.2. CENTRALES DE AGUA EMBALSADA O REGULACIÓN

La característica principal de este tipo de instalaciones es que cuentan con un embalse de agua(figura. 2.3), la cual tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua y regular los caudales de salida, que será turbinada en los momentos que se requiera la energía eléctrica.Suelen ser centrales con grandes caídas de agua y poco caudal, y su producción de electricidad se puede adaptar a la demanda.

En este tipo de centrales es necesario considerar la sedimentación que seguirá acumulando al pasar el tiempo, para poder determinar las acciones pertinentes para el

[4]http://www.energia.gob.mx/

degrado del mismo. La ventaja de tener una central con embalse es que se puede producir energía durante todo el año, según la acumulación de agua que se tenga.

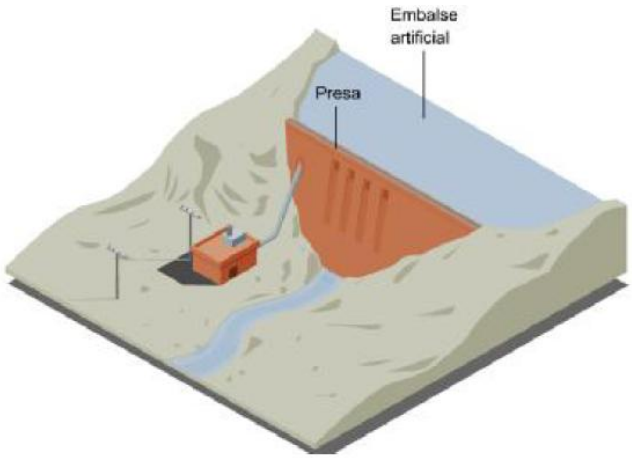


Figura No.2.3 Centrales de embalse.[5]

2.3.3. CENTRALES DE ALMACENAMIENTO POR BOMBEO

Las centrales de bombeo (figura.2.4) son un tipo especial de centrales hidroeléctricas que posibilitan un empleo aparentemente más económico de los recursos hidráulicos.

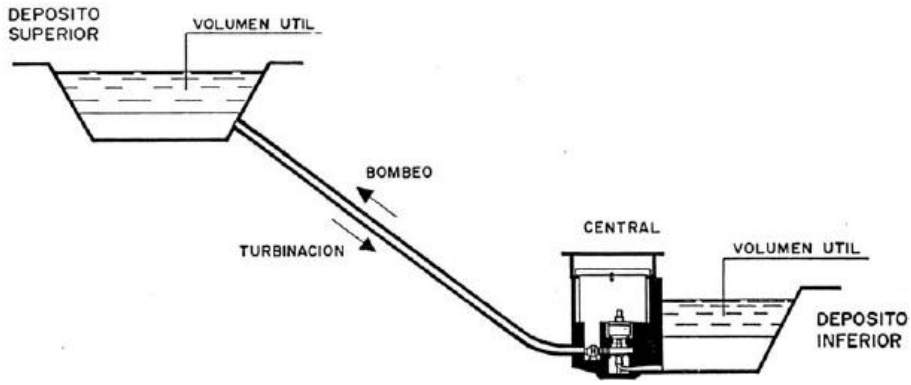


Figura No.2.4 Perfil de una Central de almacenamiento por bombeo.[6]

[5-6]http://www.energia.gob.mx/

Disponen de dos embalses situados a diferente nivel, uno al pie de la central y el otro a una altura superior. Cuando la demanda de energía eléctrica alcanza su máximo nivel durante el día, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía, es decir el agua, almacenada en el embalse superior hace girar el rodete de la turbina asociada a un alternador, después el agua queda almacenada en el embalse inferior.

En los períodos de poca demanda de energía se utiliza energía sobrante de la red, proveniente de otras centrales conectadas eléctricamente con la central de bombeo, este excedente de energía puede utilizarse para bombeo, tomando agua de un embalse construido en la parte y la elevan al embalse propio de la central, a un nivel superior, para luego utilizarlas en las turbinas durante los periodos de mayor demanda. Al censar los excedentes, cesa inmediatamente el bombeo y se invierten los términos.

La máquina eléctrica suele ser única: máquina síncrona, que funciona como alternador cuando se está turbinando y como motor síncrono cuando se está bombeando al estanque superior. La tubería forzada es también única con flujo en ambos sentidos.

En cualquier caso es de hacer notar que la energía obtenida al turbinar una determinada cantidad de agua es menor que la consumida durante el bombeo para elevarla, debido a las perdidas asociadas al doble proceso de conversión. Por tanto en igualdad de condiciones el rendimiento de estas centrales de bombeo será inferior al de las centrales hidráulicas normales.

2.3.4. SEGÚN LA ALTURA DE SALTO

Las centrales hidroeléctricas según su altura de salto se clasifican en:[7]

2.3.4.1. CENTRALES DE ALTA PRESIÓN

La principal característica, es que se encuentran conformadas por un salto hidráulico cuya altura es superior a los 200m altura, y los caudales desalojados son relativamente pequeños, 20 m^3/s por máquina, por lo que utilizan turbinas tipo Pelton para las máquinas motrices.

2.3.4.2. CENTRALES DE MEDIA PRESIÓN

En el caso de estas Centrales la altura de salto hidráulico se encuentra entre 20 y 200m aproximadamente, utilizan caudales de 200m^3/spor turbina, siendo dominante el uso deturbinas Francis, aunque también se puedan usar Kaplan, generalmente tienen embalses grandes.

2.3.4.3. CENTRALES DE BAJA PRESIÓN

Que corresponden a centrales con desniveles de agua en torno a 20m, Cada máquina se alimenta de un caudal que puede superar los 300 m^3/s siendo usadas las turbinas Kaplan y bulbo.

[7] E. SANTOS Potess, Centrales Eléctricas, Editorial Gustavo Grill, S.A. 1987.

2.4. CENTRAL HIDROELÉCTRICA OCAÑA

2.4.1. ANTECEDENTES

La Central Hidroeléctrica “Ocaña” forma parte del S.N.I (Sistema Nacional Interconectado) supliendo energía al país en momento en que el CENACE (Centro Nacional del Control de Energía) requiera que alguna de las unidades entre a generar, ayudando a satisfacer la demanda del mercado eléctrico mayorista, obteniendo así un desplazamiento de la producción energética térmica que actualmente es costosa, aportando a la disminución de emisiones gaseosas y otros impactos ambientales causados por la producción de energía eléctrica con el uso de combustibles.

Esta Central está constituida por 2 unidades de generación cada una con una capacidad de 13 MW, es decir aportan untotal de 26 MW, lo que corresponde a una producción de energíamedia de 203,099MWH/año.

Ya que esta central, es una de las más modernas del país se considera que estematerial servirá para que el lector actualice e incremente sus conocimientosen el estudio de las Centrales Hidroeléctricas.

La Central Hidroeléctrica Ocaña es una Central a filo de río, con obras de captación, desripiador, desarenador, túnel de conducción, reservorio de regulación, chimenea de equilibrio, tubería de presión, casa de máquinas con dos turbinas y dos generadores de 13 MW cada uno, subestación de elevación y línea de transmisión.

La subestación de elevación está formada por dos transformadores de 13,8/69KV, 15MVA cada uno que trabajan en paralelo y se interconectan al S.N.I, mediante una línea trifásica de 69KV hasta la Subestación Cañar.

De acuerdo con los estudios de factibilidad, la central podrá operar todo el año a un promedio del 90% de su capacidad instalada.

2.4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

2.4.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La Central Hidroeléctrica Ocaña estará en la capacidad de generar 26 MW (2 unidades de 13 MW cada una) a un voltaje de 13,8 KV.

2.4.2.2. HIDROLOGÍA CAUDALES

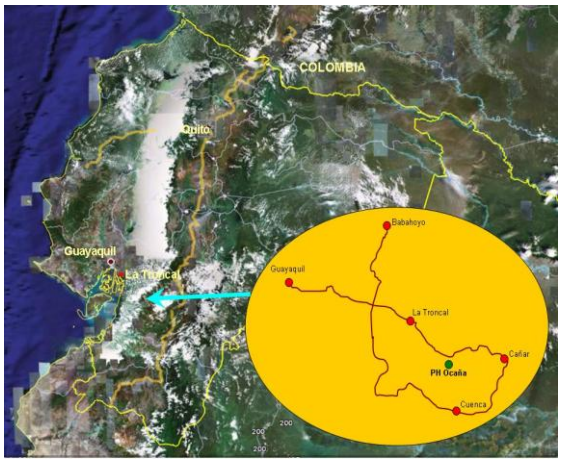
Tabla 2.1 Caudales de diseño de la Central Ocaña

CAUDALES EN (m^3/s)					
Q_{ecol}	Q_{med}	$Q_{90\%}$	$Q_{diseño}$	$Q_{desv(Tr=10años)}$	$Q_{(crec\ max(Tr=250años)}$
0,470	18,00	4,10	8,20	198	476

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.2.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Central está ubicada en el Recinto Javín, parroquia Ducur, Cantón Cañar en la Provincia del Cañar. El agua que se emplea es la proveniente del río Cañar, entre cotas: 838 msnm y 458 msnm; Las coordenadas UTM de la obra de captación son; Norte 9.724.700; Este: 702.300. Descarga: Norte 9.723.850; Este: 695.220.



[8] Informe CAM-GER-361-INF-EJEC

El sitio de Captación se encuentra en el río Cañar, a 150 m aguas debajo de la unión con el río Corazón y a 25 Km aguas arriba de la Población de Cochancay, al Suroeste del País. El acceso hasta la zona de la Central Hidroeléctrica Ocaña se lo realiza por la carretera que une la ciudad de Cuenca con la Ciudad de Guayaquil, siguiendo la vía Durán – Tambo, a las obras de captación se accede desde la población Javín. Este camino conduce a la población de San Antonio.

Figura No.2.5 Ubicación Geográfica del Proyecto.[8]

2.4.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA

Las características principales de la zona están determinadas por su ubicación geográfica y las condiciones climáticas existentes, el clima que predomina en la región corresponde el subtropical – húmedo, con una temperatura media de 22 °C y una precipitación media anual de 1400 mm.

2.4.3. FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL OCAÑA

El funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña, empieza desde la obra de Cierre la cual tiene un azud de hormigón de 5m de alto, situada en el curso del río Cañar, tiene por objetivo levantar el nivel de agua en la toma, a fin de garantizar la derivación requerida, aún durante los mayores estiajes, y proteger el lugar de derivación para evitar interrupciones del servicio por erosión durante las grandes riadas, es una presa casi siempre sumergida cuyo coronamiento permite dar paso a los máximos excesos de caudal previsibles, a un lado del azud de hormigón existe una canal que permitirá el paso de un caudal ecológico hacia el cauce normal del río, además se tiene un desagüe de fondo, que permitirán el lavado y el tránsito del material grueso depositado al fondo del desagüe, el acarreo de estos desechos se realiza a través de una compuerta de fondo, es decir nos permite detener y después arrojar nuevamente al cauce principal.

Una vez obtenido la derivación este caudal se trasladará a la obra de captación, la cual consta de un orificio con reja de dos módulos y una compuerta radial de purga para

evacuaciones de sedimentos, la reja está constituida por barrotes verticales, al momento de que el caudal es derivado, la decantación y sedimentación es muy importante ya que el agua debe pasar a través de órganos delicados como válvulas y turbinas, en este caso se dispone de un decantador 2 en el cual acarrea los sedimentos delgados no depositados en el decantador 1 los cuales serán llevados al cauce principal del río mediante una compuerta.

En este tramo el agua aún continua con materiales o sólidos un poco gruesos debido a la separación de los barrotes de las rejas, por lo que a continuación de la rejilla se ubican dos desripiadores independientes con sus respectivos canales de desfogue de sedimentos, continuando así el caudal por la transición al desarenador, pero a pesar de estas precauciones, en las conducciones abiertas el agua está expuesta a llevar a la cámara de carga una apreciable cantidad de sedimentos nocivos, sea por insuficiencia de sedimentación en la captación o por aportes sólidos recibidos en su recorrido. En consecuencia, se considera un desarenador de finos inmediatamente antes de la entrada de agua a la cámara o tanque de presión by-pass, el cual nos permitirá la decantación de partículas. Está compuesta por dos cámaras, las cuales trabajarán en forma independiente desde la captación, hasta el bypass. Cada una de las cámaras tiene una compuerta plana, las cuales sirven para regular el caudal de captación en épocas de crecidas, el material sedimentado en las cámaras será descargado al río cañar a través de un canal de lavado.

Al no realizar este proceso de sedimentación, habrá un desgaste producido por sedimentaciónincompleta del agua, principalmente en las máquinas de la casa de fuerza, obteniendo una reducción en el rendimiento de la central.

Al final del desarenador, se tiene una cámara de descarga, que sirve para presurizar el sistema hidráulico de la conducción cuando haya trabajos de mantenimiento y limpieza del reservorio y no pueda operar el tanque de carga principal, además tiene por objeto proveer un volumen de agua suficiente a la tubería en el caso de

conexiones simultaneas de grandes cargas a la línea, a fin de evitar el colapso de la tubería por sobrepresiones.

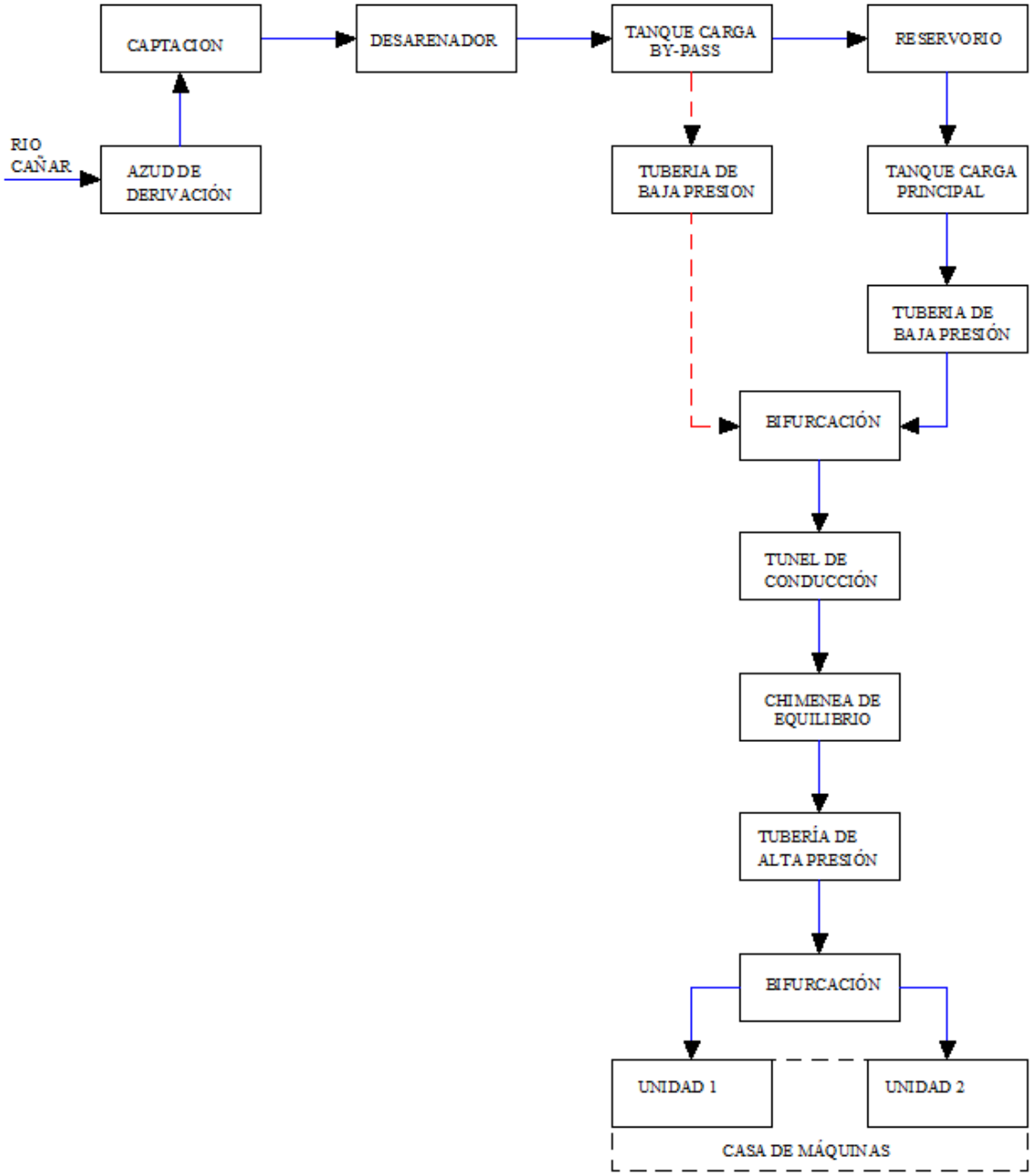
En condiciones normales para la generación se cuenta con un reservorio, el cual nos permitirá obtener una acumulación de agua para conseguir una regulación horaria del caudal debido a la variación de carga que existirá, en este punto se considera un canal junto con su compuerta de descarga de sedimentos, estos sedimentos serán conducidos al cauce del rio principal, a la salida del reservorio está el tanque de carga principal el cual va a funcionar permanentemente garantizando la presurización total del sistema.

A la salida del tanque de presión principal está la obra de conducción desde la toma en el reservorio hasta la chimenea de equilibrio, consiste en un tramo inicial de tubería de baja presión, que permite la interconexión de las obras de captación con el portal del túnel.

Adicional se tiene una tubería que servirá como bypass, que parte desde el tanque de carga ubicado luego del desarenador y se une a la tubería principal con un bifurcador.

El túnel está diseñado para que funcione a baja presión, al final del túnel de conducción se encuentra la chimenea de equilibrio la cual ejerce la doble función de suministrar el gasto pedido por aumento de carga y absorber la onda de presión, positiva o negativa, además de acortar la longitud efectiva de la tubería en que tienen lugar las variaciones de presión, todo este caudal obtenido hasta el momento es de baja presión, por lo que al final dela chimenea de equilibrio está la tubería de alta presión, en la cual la energía potencial del agua se irá transformando en energía cinética, es decir, va perdiendo fuerza y adquiere velocidad. Al llegar a la sala de máquinas actúa sobre los álabes de la turbina hidráulica, transformando su energía cinética en energía mecánica de rotación. El eje de la turbina está unido al del generador eléctrico, que al girar convierte la energía rotatoria en corriente alterna de media tensión. El agua, una vez ha cedido su energía, es restituida al río aguas abajo de la central a través de un canal de desagüe.

En el siguiente diagrama de bloques de la figura 2.6 está la estructura de funcionamiento de la Central con sus componentes principales que involucran en la generación de energía eléctrica.



[9] Autores de Tesis

Figura No.2.6 Diagrama de Bloques del funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña.[9]

2.4.4. COMPONENTES PRINCIPALES DEL PROYECTO

La Central Hidroeléctrica Ocaña está constituido básicamente por las obras de toma, en donde están las obras complementarias del cierre, captación, desarenador y tanque de Bypass, el Reservorio de regulación horaria,Tanque de presión principal, Sistema de conducción, Chimenea de equilibrio, Tubería de presión, Casa de máquinas, Obras de restitución, Equipos mecánicos, Equipos eléctricos, Línea de transmisión, Sistema de Control y Telecomunicaciones, Caminos de Acceso.En el anexo 1 nos muestra una visión de la implantación general de la Central Hidroeléctrica Ocaña, en donde estarán ubicadas todas las obras del Proyecto.

2.4.4.1. OBRAS DE TOMA

La bocatoma es una de las partes más importantes de la obra civil, ya que en ella se concentran la mayor parte de componentes que harán posible la circulación del agua hacia la cámara de equilibrio, por medio del canal de derivación.

Otra de sus funciones es la de impedir la introducción de materiales sólidos y flotantes por medio de rejillas y desarenadores, como también procurar proteger el sistema de posibles inundaciones que pueda sufrir el río mediante un aliviadero.

2.4.4.1.1. CIERRE

Se ubica en el río Cañar cota 840 msnm. Consiste de un Azud de hormigón de 5m alto sobre lecho del río, con un perfil tipo Creager con cresta redonda de 37,2m de longitud de la corona, diseñada para evacuar un caudal máximo de 476 m^3/s, que

corresponda a la crecida con un periodo de retorno de 250 años, este azud tiene la finalidad de retener el agua, para elevarla a un nivel suficiente y formar un embalse.Junto al Azud se ubican los dos desagües de fondo que permitirán el lavado y el tránsito del material depositado aguas arriba del cierre, los desagües están equipados con compuertas radiales de 4m x 4m y 2m x 2m respectivamente con una capacidad de evacuación de 387 m3/s.

Figura No.2.7 Azud de Derivación. [10]

CARACTERÍSTICASTÉCNICAS

Tabla 2.2Cotas y dimensiones de la obra de cierre

COTAS	
Plataforma de aproximación	840msnm
Dentellón superior	833,38msnm
Dentellón inferior (zampeado)	832msnm
Cresta azud	845msnm
Plataformas compuertas de desagüe	848,40msnm
Pie del azud	836,76msnm
DIMENSIONES	
Altura paramento	5m
Longitud de la Cresta	37,2m
Ancho base del Azud	11,16m

[10]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Toma. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Longitud del zampeado	11,59m
Espesor de losa del zampeado	1-1,50m

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.4.1.2. CAPTACIÓN

Se ubica en el margen izquierdo y está conformada por el canal de lavado de la captación, rejilla, y la cámara de paso. La rejilla está diseñada para captar un caudal de 8,2 m^3/s, consiste de un orificio con dos módulos de 5,70 m de ancho por 2,20 m de alto cada uno. En esta misma margen están ubicadas las obras complementarias de la toma, constituidas por el desripiador y la transición hacia el desarenador.

Tabla 2.3Dimensiones de la obra de Captación

CANAL DE LAVADO	
Ubicación	Frente a rejilla
Dimensiones	ancho= 2m; Alto= 2,4m (rectangular)
Pendiente	So= 6,44%
REJILLA	
N.- módulos	2 independientes
Cota umbral	842,40msnm
Dimensiones	ancho= 6,3 m; Alto= 3m (cada módulo)
CÁMARA DE PASO	
Ubicación	Entre rejilla y desarenador
Dimensiones	Longitud =9,3m (en plataforma de operación); Ancho = 12,6 (interior cámara)
OBRAS COMPLEMENTARIAS	
DESRIPIADOR	
Ubicación	Aguas debajo de las rejillas
Dimensiones	Canal de descarga = 0,8m x 0,8 m Ancho = 12,6 (interior cámara)
TRANSICIÓN AL DESARENADOR	
Longitud	Variable (22,61 m por eje intermedio)
Pendiente	Variable (promedio 17%)

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.4.1.3. DESARENADOR

Permite la decantación de partículas de hasta 0,20 mm de diámetro. Está compuesta por dos cámaras, las cuales trabajarán en forma independiente desde la captación, hasta el bypass. Cada una de las cámaras tiene una longitud de 50 m y un ancho de 8,40 m con una profundidad media de 2,65 m. Para regular el caudal de captación en épocas de crecidas, a la entrada se ha instalado dos compuertas planas de 5,7 m de ancho por 0,80 m de alto. El material sedimentado en las cámaras será descargado al río cañar a través de un canal de lavado.

Tabla 2.4Características Técnicas del Desarenador

CÁMARA	
Número	2
Dimensiones	L=50m, B=8,4m; Hmed= 2,65m
Pendiente	5%
SISTEMA DE LIMPIEZA	
Número	2 ductos que se unen al canal de limpieza
Canal	De alto, ancho y pendiente variables
Descarga	Al Río Cañar, 75m aguas abajo del azud

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.4.1.4. TANQUE DE CARGA PARA EL BYPASS

Se encuentra localizado al final del desarenador, es utilizado para presurizar el sistema hidráulico de la conducción cuando haya trabajos de mantenimiento y limpieza del reservorio y no pueda operar el tanque de carga principal. Las dimensiones son: 18,60 m ancho x 10,60 m longitud y 15,05 m profundidad.

Tabla 2.5Características Técnicas del Tanque de By Pass

TANQUE DE CARGA PARA EL BYPASS	
Dimensiones	L=10,6m;B= 18,6; h= 15,05m
Ubicación	Entre desarenador y canal de interconexión
Rejilla	Dim: 3,9m x 3,9m
Válvula	Lavado tanque carga by pass; D=0,25m
TUBERÍA DE BAJA PRESIÓN	
Tipo	Acero
Longitud	166m
Diámetro	1,9m

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS COMPUERTAS Y TABLEROS EN OBRAS DE TOMA

Tabla 2.6Características Técnicas Compuertas

	DESAGÜE DE FONDO	**CANAL DESRIPIADOR(PURGA)**
Número	2	1
Tipo	Radiales (RG 101-102)	Deslizante(MOG 100)
Dimensiones	HxB=4mx4m y 2mx2m respectivamente	HxB=8,8mx0,8m
	ENTRADA DESARENADOR	**LIMP. DESARENADOR**
Número	2	2
Tipo	Deslizante (MOG 101-102)	Deslizante (MOG 105-106)
Dimensiones	HxB=5,7mx0,8m	HxB=2mx1,5m
	TUBERÍA BAJA PRESIÓN	**TUBERÍA DE LAVADO TANQUE BY-PASS**
Número	1	1
Tipo	Deslizante (MOG 103)	VÁLVULA

Dimensiones	HxB=1,9mx1,9m	D=0,25m

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

La ubicación de las compuertas se encuentra en el anexo 2.

2.4.4.2. RESERVORIO DE REGULACIÓN

Se encuentra ubicado inmediatamente aguas abajo de la obra de captación, luego del desarenador, tiene una longitud de 137 m, un ancho medio de 89 m y una profundidad entre 7,6 hasta 10,64 m que dan un volumen total de 65225 m^3 de los caudales 42370 m^3 correspondientes al volumen útil, mientras que el restante 22855 m^3 al volumen muerto.

Figura No.2.8 Reservorio de Regulación.[11]

Tabla 2.7Características Técnicas Reservorio

CANAL DE LIMPIEZA	
Tipo	Rectangular
Dimensiones	L=80m hasta descarga en río cañar
COMPUERTA	
Número	1
Tipo	Deslizante (MOG 107)
Dimensiones	BxH= 2mx2m

[11]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Reservorio. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.4.3. TANQUE DE PRESIÓN PRINCIPAL

Se ubica entre el reservorio y la tubería de baja presión y tiene la finalidad de garantizar la presurización total del sistema de conducción.

Figura No.2.9 Tanque de Carga Principal.[12]

Tabla 2.8Características Técnicas Tanque de Carga Principal

TANQUE DE PRESIÓN	
Número	1
Dimensiones	H= 13m; L=15m; med= 12m
COMPUERTA	
Número	1 (MOG 104)
Dimensiones	1,9m x 1,9m

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.4.4. SISTEMA DE CONDUCCIÓN

[12]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras Civiles. Central Hidroeléctrica Ocaña.

La conducción desde la toma en el reservorio hasta la chimenea de equilibrio, consiste en un tramo inicial de 144,58 m de tubería de acero de 1,9 m de diámetro interno que permite la interconexión de las obras de captación con el portal del túnel.

Adicional se tiene una tubería de 158 m de longitud y 1,9 m de diámetro interno que servirá como bypass, que parte desde el tanque de carga ubicado luego del desarenador y se une a la tubería principal con un bifurcador.

Figura No.2.10 Tubería de Baja Presión.[13]

El túnel es del tipo baúl, localizado en la margen derecho y diseñado para que funcione a baja presión, con las siguientes dimensiones:

Figura No.2.11 Túnel de Conducción.[14]

[13]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras Civiles. Central Hidroeléctrica Ocaña.
[14]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Conducción. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Longitud: 6390 m; H=3,05 m; B=2,7 m; R=1,35 m; con revestimiento de hormigón lanzado en la bóveda, hastiales y hormigón convencional en la solera.

Para la excavación de esta estructura se construirán dos ventanas de acceso.

2.4.4.5. CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Hay circunstancias en la tubería forzada, en las que una caída de presión puede ser excesiva para obtener una regulación satisfactoria, por lo que se requiere de un tanque de compensación o chimeneas de equilibrio que ejerzan la doble función de suministrar el gasto pedido por aumento de carga y absorber la onda de presión, positiva o negativa, además de acortar la longitud efectiva de la tubería en que tienen lugar las variaciones de presión.

Figura No.2.12 Chimenea de Equilibrio.[15]

El nivel de agua en el interior de la chimenea es igual al de la presa, y sirve paraabsorber o suplir de agua a la tubería de presión por incrementos y/o decrementos de carga, a régimen normal o en transitorios.

De esta manera se soporta los golpes de ariete positivos o negativos de la tubería de presión.

[15]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Civil. Central Hidroeléctrica Ocaña.

La chimenea de equilibrio es subterránea con un orificio restringido, conformada por un túnel de conexión de 22,42 m de longitud, de sección interior igual al túnel de carga y 20% de pendiente longitudinal. El orificio restringido tiene 1,14 m de diámetro interno y 0,51 m de altura. Bajo el orificio restringido se localiza el pozo de interconexión de 2,7 m de diámetro y 6,07 m de altura desde la solera.

El pozo principal es de 3,8 m de diámetro y 38 m de altura, llegando la altura total a 44,58 m. La chimenea de equilibrio será revestido completamente en hormigón.

La chimenea de equilibrio está localizada en la cabecera de la tubería de presión, con una inclinación de 65,8 grados con la horizontal, está constituida de tubería de acero con un diámetro de 3 m y una altura de 32,5 m.

2.4.4.6. TUBERÍA DE PRESIÓN

Es de acero, tiene una longitud hasta el bifurcador de 1085 m, con un diámetro de 1,9 m a 1,6 m. Está diseñada para conducir un caudal de 8,2 m^3/s con una velocidad máxima de 4,08 m/s. A la entrada a la casa de máquinas de la tubería se bifurca en dos tramos de 14,7 m las cuales se conectan a las dos turbinas a instalarse.

Figura No.2.13 Tubería de Presión.[16]

El espesor de la tubería varía entre 7 a 24mm.

[16] Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Civil. Central Hidroeléctrica Ocaña.

2.4.4.7. CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas está diseñada en tres niveles: piso de válvulas, piso principal y piso de mando y control en un área aproximada de 600 m2, y tiene la capacidad para dos grupos turbina-generador.

Las dimensiones son: 3,25 x 18,5 x 16,2 metros de alto.

Figura No.2.14 Casa de Máquinas.[17]

2.4.4.8. OBRAS DE RESTITUCIÓN

El sistema de restitución está conformado por una canal rectangular de 3m de ancho por 2,4 m de altura y 30 m de longitud, mediante el cual se restituirán las aguas turbinadas hasta el río cañar entre la cota 455 m.s.n.m.

Figura No.2.15 Obras de Restitución.[18]

[17-18]Autores de Tesis.Imagen captada en Obras de Civil. Central Hidroeléctrica Ocaña.

2.4.5. EQUIPO MECÁNICO

La Central tiene dos turbinas PELTON de eje vertical, con cuatro inyectores, velocidad nominal de 600 r.p.m., capaz de pasar el caudal nominal máximo de 4,1 m3/seg. Bajo las caídas netas indicadas de 371 a 382m. Los inyectores se han dimensionado para poder pasar el caudal nominal bajo las caídas netas mínimas, bajo la caída neta máxima se deberá limitar la apertura de estos para no superar el caudal máximo permitido.

Figura No.2.16 Rodetes y Ejes de la Turbina.[19]

La potencia neta, bajo caída neta mínima y el caudal máximo, es de 13.416 Kw

Cada turbina contará con su respectivo regulador de velocidad electrónico tipo digital y al final de la tubería de presión, antes de cada unidad, se instalará una válvula esférica de diámetro 0,8m.

[19]Autores de Tesis.Imagen captada en Bodega. Central Hidroeléctrica Ocaña.

La central contará con un sistema de enfriamiento y ventilación de las unidades; así como también de los sistemas oleohidráulicos de regulación y control, contra incendios, agua potable, drenaje y puente grúa de 34 tones.

Tabla 2.9Características Técnicas Turbina

Número y tipo de turbina	2 PELTON vertical de 1 rueda y 4 inyectores
Caída neta nominal (m)	371
Caudal nominal para la caída neta nominal (m3/seg)	4,1
Potencia nominal en eje turbina (Kw)	13.416
Velocidad nominal (r.p.m.)	600
Velocidad de embalamiento estabilizada (r.p.m.)	1.045
Altura aproximada del eje del grupo sobre el nivel de la lámina de agua a la evacuación (m)	<=3,3
Caída neta de diseño	373m

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.6. EQUIPOELÉCTRICO

Cada turbina se acoplará a un generador síncrono con capacidad para generar 13MW a un voltaje de 13,8 KV

La energía eléctrica generada se transportará por medio de cables aislados hasta dos transformadores de elevación de 15MVA, relación de transformación 13,8/69KV cada uno. La subestación está sobre una plataforma de 23m de ancho por 31m de largo.

[20]Autores de Tesis.Imagen captada en Obra Civil. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Figura No.2.17 Subestación Ocaña.[20]

Para el funcionamiento adecuado de la Central se dispondrá de servicios auxiliares tales como: sistema de enfriamiento, baterías de 24Vcc y 125Vcc, Sistema de iluminación interior y exterior, Sistemas de Bombeo.

Tabla 2.10Características Técnicas Generador

No. De unidades	2
Tipo	Síncrono
Forma constructiva	IM 8425
Potencia nominal, KVA	14.500
Factor de potencia nominal	0,90
Tensión nominal, KV	13,8
Variación de tensión, %	+- 5
Corriente nominal, A	606,6
Frecuencia, Hz.	60
Numero de polos	12
Numero de fases	3
Velocidad nominal, r.p.m.	600
Sobre velocidad máxima, r.p.m.	1040

Fuente: Informe CAM-GER-361-INF-029

2.4.7. SISTEMA DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES

El sistema de supervisión, control y adquisición de datos “SCADA”, se aplicará sobre parámetros hidráulicos, electromecánicos, eléctricos y el despacho de carga. Existirán dos niveles operativos del SCADA manual y automático; y a su vez, con control local o remoto.

El sistema ha previsto disponer de unidades de control programado individual que serán las encargadas de efectuar las labores de supervisión, control y adquisición de información de las siguientes áreas: captación, reservorio, tubería de presión, subestación, centro de control en la casa de máquinas y unidad turbina-generador.

Esta central hidroeléctrica fue provista de la más moderna tecnología, de un sistema de control distribuido, el cual controla y supervisa el proceso de generación de energía; procesos tales como la disponibilidad y nivel de agua adecuado, el caudal necesario, la regulación de velocidad del grupo turbina – generador, el transporte de energía generada hasta el S.N.I a través de la subestación y las líneas de transmisión.

2.4.8. CAMINOS DE ACCESO

El Proyecto cuenta con vías de acceso que unen las principales obras. Los accesos hacia la casa de máquinas y chimenea de equilibrio, parten desde la carretera Durán-Tambo, y el acceso hacia las ventanas Nº. 1 y Nº. 2 parte de la vía San Antonio-Javín, esta última, servirá también como acceso a las obras de toma y reservorio.

2.4.9. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

La energía eléctrica producida por la Central será evacuada hasta la subestación Cañar, de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, mediante una línea de transmisión de 69KV de doble terna y 41 Km de longitud. En esta subestación se

instalarán los transformadores de potencia y de corriente, así como el registrador para la transformación comercial.

Figura No.2.18 Línea de Transmisión.[21]

2.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR

Una tendencia en el mundo de la gestión del mantenimiento asistido por computadora es la creciente sofisticación del mantenimiento basado en el estado del objeto a mantener. Este tipo de mantenimiento incluye procesos de mantenimiento predictivo y preventivo, que pueden ser definidos tan solo dependiendo del estado del objeto. Las condiciones físicas son monitorizadas de forma periódica en busca de atributos como vibraciones, cambios de estado, variaciones de temperatura, variación de parámetros eléctricos, desgaste, etc.

Esto nos permite disponer de un historial de cada equipo, máquina o componente, tanto de características técnicas, como de averías, revisiones, sustituciones, fechas de las últimas incidencias o averías, personal, horas y materiales utilizados en la solución de los problemas.

[21] Autores de Tesis.Imagen captada en Obra Civil. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Al mismo tiempo, nos permitirá programar en función de los parámetros que decidamos, las revisiones preventivas y/o predictivas, generando los listados correspondientes para las tareas de los técnicos, según los plazos programados.

Las funciones principales de un software de gestión del mantenimiento son:

- La gestión de toda la información relacionada con el mantenimiento de forma que pueda ser accesible en cualquier momento.

- Permitir la planificación y control del mantenimiento, incluyendo las herramientas necesarias para realizar esta labor de forma sencilla.

- Suministro de información procesada y tabulada de forma que pueda emplearse en la evaluación de resultados y servir de base para la correcta toma de decisiones.

2.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SISMAC

La empresa ELECAUSTRO S.A.,cuenta con la licencia de funcionamiento del programa SISMAC (Mantenimiento asistido por computador) versión 2006 y sus actualizaciones. El mismo que constituye una herramienta fundamental y está en la capacidad de administrar las tareas de mantenimiento de la empresa en forma eficiente.

El programa de mantenimiento SISMAC, es completamente paramétrico y amigable al usuario, lo que le da una gran versatilidad para adaptarse a cualquier tipo de empresa. Es una poderosa herramienta que ayuda a reducir costos de mantenimiento y maximizar la disponibilidad de los bienes e instalaciones.[22]

[22] Documentación Técnica Sismac, ©2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

Sirve para controlar, planificar y evaluar (técnico-financiero), la gestión de mantenimiento.

Módulos en el software

El programa para la administración de mantenimiento SISMAC tiene opciones de seguridad basada en perfiles específicos para cada usuario, consta de ocho módulos principales, cada uno de ellos con sus respectivos sub módulos, utilitarios y seguridades como se muestra en la figura 2.19.

1. **Instalaciones.** Inventario técnico de bienes a mantener.

2. **Fichas técnicas de datos.** (Datos de placa, operación) predefinidas, y nuevas configurables por el usuario. (Ingreso, parámetros y consulta).

3. **Lista base de recambios.** Información de materiales y repuestos vinculados al inventario de instalaciones.

4. **Mantenimiento.** Ingreso, Parámetros y Consulta.

5. **Inventario** de Materiales / Repuestos: Consulta.

6. **Adquisiciones.**

7. **Activos Fijos:** Consultas

8. **Personal:** Ingreso

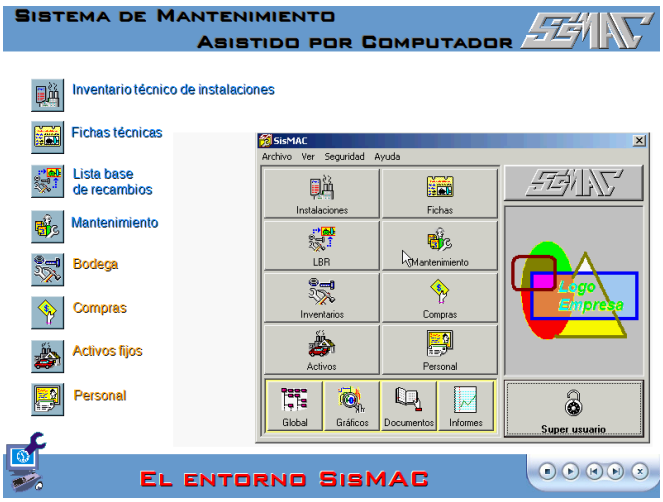


Figura No. 2.19.Módulos principales e interfaz.[23]

Los submódulos permiten manejar la información obtenida mediante una interfaz con aplicaciones existentes en la empresa donde se está implementando este sistema.

Cada módulo posee 3 submódulos que son:

1. Ingreso
2. Parámetros
3. Consulta

Además posee herramientas adicionales que permiten visualizar la información global del sistema, es decir posee cuatro utilitarios:

1. Listado principal de inventario técnico
2. Referencias gráficas y videos
3. Documentación técnica
4. Reportes

Para el presente proyecto nos centraremos únicamente en los módulos que son de prioridad para el área de mantenimiento como son:

- Inventario Técnico
- Fichas Técnicas
- Lista base de recambios
- Mantenimiento

[23] Documento Atributos Sismac, © 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

Los cuales se describirán de manera concisa a continuación.

Inventario Técnico.- Para poder realizar un seguimiento del estado de un equipo o de los programas y costos de mantenimiento del mismo, lo primero que se debe hacer es inventariar y codificar los activos y sus respectivas ubicaciones. El módulo de inventario de activos permite registrar cada equipo con sus respectivas ubicaciones dentro de la Empresa, para posteriormente ligarlos a la información técnica, de mantenimiento y financiera.

Este módulo se encarga de ingresar todos los datos que tenemos de la maquinaria (marca, modelo, año de fabricación, datos del fabricante, etc.) de la empresa.

Fichas Técnicas.- Este módulo nos permite básicamente registrar las características técnicas más relevantes que tenemos en las placas, manuales o cualquier información adicional que nos pueda brindar el fabricante o vendedor.

Lista base de recambios.- En una planta industrial que posee una gran cantidad de equipos, siempre se invierte una gran cantidad de tiempo cuando uno de esos equipos se daña y se necesita un repuesto o material de la bodega.

El objetivo de tener una lista de recambios es relacionar los repuestos (rodamientos, sellos, etc.), materiales (pintura, aceite, electrodos, etc.) y herramientas que se tiene en la bodega con cada uno de los equipos que necesitan de cualquiera de ellos, creando así un vínculo Bodega-equipos que permita consultar la existencia de los repuestos y materiales para poder planificar los trabajos de mantenimiento o las futuras compras en función de las demanda y existencia actual de cada ítem.

Mantenimiento.- Este es el modulo más complejo del programa SISMAC, en él básicamente se registran todos las tareas planificadas de mantenimiento que nos ayuden a generar una OIM (Orden Interna de Mantenimiento) en la cual se pueda registrar con

facilidad toda la operación que realizamos a algún equipo y de esta forma las tareas de mantenimiento sean más sencillas.

Para lograr este objetivo, el programa necesita ingresar varios parámetros que son importantes para generar una orden de trabajo que especifique lo que se va hacer.

Los parámetros principales se describen a continuación:

- **Tipos de mantenimiento.-** Son códigos de tareas de tipos de mantenimiento que esta predeterminadas por el software y que ayuda a crear los bancos de tareas de mantenimiento.

- **Tipos de tareas.-** Son las tareas que vamos a realizar para cada ítem que necesite de la intervención del mantenimiento.

- **Instrucciones de la tarea.-** Es la descripción del trabajo a ejecutar.

- **Personal requerido.-** Es la(s) persona(s) responsable de realizar la tarea de mantenimiento asignada.

Una vez que tenemos definidos estos parámetros principales y otros que de ser necesarios deben ser incluidos, podemos generar una OIM.

2.5.1.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Sismacpermite al usuario definir cualquier tipo de activo a mantener, por ejemplo: maquinaria industrial, vehículos, edificios, equipos de oficina, y todo lo que el usuario crea conveniente y necesite programar y controlar su mantenimiento.

[24] Documento Atributos Sismac, © 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

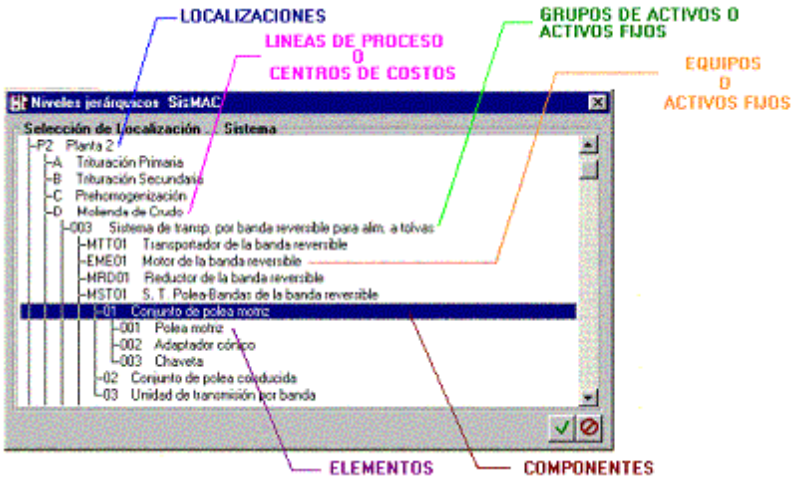


Figura No. 2.20.Niveles jerárquicos.[24]

- Utiliza un código de estructura inteligente y jerárquica, que permite ubicar los diferentes bienes a mantener. Este tipo de código utiliza una secuencia lógica de niveles de información. (Ej.: 1.- localizaciones, 2.- áreas de proceso, 3.- sistemas, 4.- equipos, 5.- componentes, 6.- elementos), ligados con un banco estándar de familias de bienes y equipos.

- El inventario y su filosofía de jerarquización de bienes e instalaciones a mantener constituye la columna vertebral donde se apoya toda la información que maneja Sismac en el resto de módulos. Crea vínculos entre el área técnica y el área financiera (activos fijos, centros de costos, etc.), lo que facilita la realización de un sin fin de análisis técnico-financieros.

- Permite asignar calendarios y programas de mantenimiento para cada una de las instalaciones.

- Permite desglosar los bienes y equipos con sus respectivos códigos de parte para facilitar los pedidos de compra.

- Permite vincular materiales, repuestos y herramientas existentes en bodega con cada uno de los equipos y asignarlos a cada una de las tareas de mantenimiento de los mismos.

Figura No. 2.21.Documentación Técnica Sismac.[25]

- Permite crear vínculos con la documentación técnica (manuales, planos no digitalizados, etc.), que posee la empresa en su archivo técnico (biblioteca).

- Permite asignar a cada uno de los bienes y equipos información técnica computarizada como son: planos en Autocad u otro graficador, fotografías digitales, imágenes, etc.

2.6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISMAC EN LA CENTRAL OCAÑA

Para la propuesta de implementación del programa SISMAC en la Central Ocañase siguió los siguientes pasos:

1. **Inventario Técnico.-** El primer paso en la implementación es realizar un inventario de los bienes a mantener, pues debemos conocer la ubicación de cada bien. Es alrededor del inventario que gira toda la información.

[25] Documento Atributos Sismac, © 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

Utilizando un código de estructura inteligente y jerárquica, nos permite ubicar e identificar los diferentes bienes a mantener. Este tipo de código utiliza una secuencia lógica de niveles de información ligados con un banco estándar de familias de bienes y equipos.

- **Niveles jerárquicos.-** Para la propuesta para la implementación del Sismac, a la Central Ocaña se le ha organizado en seis niveles jerárquicos de inventario:

- Localización.
- Instalaciones.
- Sistemas.
- Equipos.
- Componentes.
- Elementos.

Dentro de lo que es el inventario técnico, es obligatorio ingresar los cuatro primeros campos, mientras que los componentes y elementos son opcionales.

- **Tipos de Localizaciones (Nivel 1).-** Aquí se define los códigos de los tipos de localizaciones, y recordando que Sismac es un programa multi-empresa, es importante obtener reportes totales, agrupados por actividad o individuales, por lo que se deben crear estos códigos de localización.

En nuestro caso particular se determinó que la única localización con su descripción y código es:

CENTRAL OCAÑA CO

- **Instalaciones (nivel 2).-**Por instalación o área de proceso se entiende una línea de producción o un conjunto de sistemas que cumplen una función.

A la Central se la dividió en un total de dos instalaciones, con su respectivo código:

UNIDAD DE GENERACIÓN 1	U01
UNIDAD DE GENERACIÓN 1	U02

- **Familias de Sistemas (Nivel 3).-**A cada una de las instalaciones se las subdividió en sistemas, entendiendo pos sistema a un conjunto de equipos: mecánicos, eléctricos cumpliendo una función.

Los Sistemas que constituyen la Central Ocaña se los describen en el capítulo 3.

- **Equipos.-** Como ya se ha mencionado los sistemas están conformados por equipos, y el código de cada uno de ellos se los forma de la siguiente manera:

  - **Tipo.-**Como por ejemplo tenemos un equipo eléctrico:

    TR TRANSFORMADOR

  - **Numero.-**El sistema le asigna a un equipo de manera automática y que puede ser desde el 01 hasta el 99, porque es suficiente para nuestras necesidades.

  - **Componentes y Elementos.-**Cada uno de los elementos puede estar formado por elementos y componentes, los dos últimos niveles de nuestro inventario técnico los cuales como ya se ha mencionado no son obligatorios de ingresar al sistema.

De esta manera con su código respectivo se realizara en el capítulo 3 el nuevo inventario técnico de la Central Ocaña. Pero a los bienes de la Central, se puede ligar información como manuales, planos, fotografías, entre otras.

2. **Módulo de Mantenimiento.-**Fijar un banco de tareas y/o rutinas estándar de mantenimiento para cada equipo. Esta tarea es bastante ardua y consume muchas horas de trabajo y recursos, en estas se incluye la programación (frecuencia, personal, tiempo de ejecución), y procedimientos.

Las actividades de mantenimiento se lo realizaran en el capítulo 3.

3. **Documentos de mantenimiento.-** Existen diferentes tipos de documentos, pero las más importantes son las solicitudes de trabajo y órdenes de trabajo.

Para poder ejecutar cualquier tarea de mantenimiento en los equipos de la Central se debe emitir una orden de trabajo, con lo cual empezamos a utilizar el banco de tareas de mantenimiento, ya que al emitir una orden, escogemos los equipos en los cuales se va a trabajar y las tareas de mantenimiento que se van a realizar.

4. Determinar los datos de los equipos para elaborar sus fichas técnicas; en el módulo de **Fichas Técnicas**. Cuando una empresa adquiere un nuevo equipo, luego de codificarlo lo primero que se debe hacer es registrar las características técnicas más relevantes que constan en la placa, manuales o alguna otra información que proporcione el fabricante o el vendedor.

Sismac nos permite tener fichas técnicas únicamente para los niveles de sistemas, equipos, componentes y elementos.

5. Elaborar u obtener información digitalizada de los diferentes equipos: planos en Auto-cad, fotografías, e incluso videos de procedimiento si existieran; en el **Utilitario de Referencias Gráficas**.

Sismacnos permite asignar instructivos para llevar a cabo cada una de las tareas; éstas pueden contener detalles de tipo texto y/o gráfico (imágenes y/o video), lo que

ayuda en la estandarización de procedimientos que debe conocer el personal encargado del mantenimiento.

6. **Evaluación del mantenimiento.-** Los datos para la evaluación de la gestión de mantenimiento se obtiene de:

Ordenes de trabajo, Registro de fallas y paradas y Registro del personal.

Evaluar el mantenimiento nos sirve principalmente para saber nuestras fortalezas y debilidades en las diferentes áreas de mantenimiento y para la toma oportuna de decisiones.

7. Existen varios **índices de mantenimiento,** que una vez cerradas las ordenes de trabajo de una manera correcta, es decir con tiempos, personal y mantenimiento, el Sismac está en capacidad de entregarnos lo siguiente:

- Disponibilidad de las instalaciones.
- Confiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Numero de órdenes de trabajo programadas vs órdenes de trabajo correctivas.
- Principales motivos de parada y falla.
- Identificación de los equipos que más fallan.

2.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA CENTRAL OCAÑA

El programa de mantenimiento preventivo se basa en los manuales de operación que el constructor de los equipos y unidades de generación ha dispuesto, estableciendo así la programación y control de los distintos trabajos a realizarse en las diferentes áreas de mantenimiento.

Para el mantenimiento preventivo de las unidades de generación de la Central Ocaña se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral, bimestral, y mensual para cada uno de los equipos.

Debido a que los equipos están compuestos de partes mecánicas y eléctricas, para la elaboración del plan de mantenimiento se realizaron actividades de mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico para cada equipo, conteniendo cada uno de ellos las diferentes actividades que se deberán cumplir en los periodos establecidos.

Más allá del equipo en sí y de sus particularidades de mantenimiento, el Plan deMantenimiento Programado de la Central Ocaña se puede resumir en lo siguiente:

- Se pone énfasis en la **inspección preventiva**, es decir, se refuerza toda aquella tarea de mantenimiento que se pueda realizar en forma preventiva sin requerir de una desconexión de las instalaciones.

- **Actividades de Mantenimiento preventivo mensual o bimensual:** Se realiza una inspección visual de las instalaciones, durante el régimen permanente de trabajo, en busca de anormalidades que puedan alterar el buen funcionamiento de los equipos.

- **Actividades de mantenimiento preventivo semestral:**Se realizan inspecciones preventivas cada seis (6) meses, en estos casos, la inspección se hará en detalle, tomando el estado operacional de los equipos, realizando actividades de inspecciones visuales, limpieza de partes y ajuste de conexiones.

- **Actividades de mantenimiento preventivo anual:** En estas actividades programadas, se realizan pruebas eléctricas, mecánicas y funcionales a los equipos en servicio, además de las actividades de inspecciones visuales, limpieza de partes y ajuste de conexiones. Normalmente involucran una gran cantidad de personal.

- **Actividades de mantenimiento preventivo menor (semanal):** Se realizan trabajos de mantenimiento menor sólo cuando se requiere, en estos casos se realizarán inspecciones visuales.

En el capítulo 3 se detallan la periodicidad de mantenimiento de los equipos que conforman la Central Ocaña.

CAPITULO

3

SUBSISTEMAS DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA OCAÑA.

3 SUBSISTEMAS DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA OCAÑA.

3.1 ANTECEDENTES.

La Central Hidroeléctrica Ocaña al ser un sistema que está conformado por varios componentes con distintas funciones, las cuales harán que todo el sistema funcione como una sola unidad, a cada uno de estos componentes principales se llama subsistema.

Para definir un subsistema hay que hablar de un sistema como tal, ya que un subsistema es un sistema que es parte de otro sistema mayor.

Entonces basado en lo anterior un subsistema se puede definir como cada uno de los componentes principales de un sistema, no obstante teniendo la percepción de que cada subsistema abarca aspectos del sistema que comparten alguna propiedad común, y es por eso que decimos que es un conjunto de elementos ordenados o funciones relacionados para cumplir con un propósito o fin determinado y cuyas partes deben reunir ciertas condiciones de tal manera que se complementen formando el sistema.

En medida que desintegramos el sistema de la Central Ocaña en subsistemas, vamos pasando de una complejidad mayor a una menor. A la inversa, a medida que integramos subsistemas en sistemas mayores vamos ganando una mayor comprensión en el todo y las interrelaciones de sus partes.

El presente capitulo tiene como propósito describir los subsistemas que integrarán el sistema de la unidad de generación de la Central Hidroeléctrica Ocaña, para lo cual se analizara el funcionamiento del subsistema y se establecerán lógicas de funcionamiento y un plan de mantenimiento preventivo periódico de los equipos que lo conforman. Para lo que se ha decidido identificar los sistemas y a su vez los equipos que tienen cada uno de ellos mediante una codificación. Esta estructura nos sirve para ubicar

el sitio exacto en la cual se encontrará información del equipo y a su vez generar órdenes de trabajo para su respectiva intervención.

En la figura 3.1 se muestra un diagrama de bloques en el cual se detalla la estructura de los Subsistemas que componen la Central Hidroeléctrica Ocaña y que se utilizan para la generación de energía eléctrica.

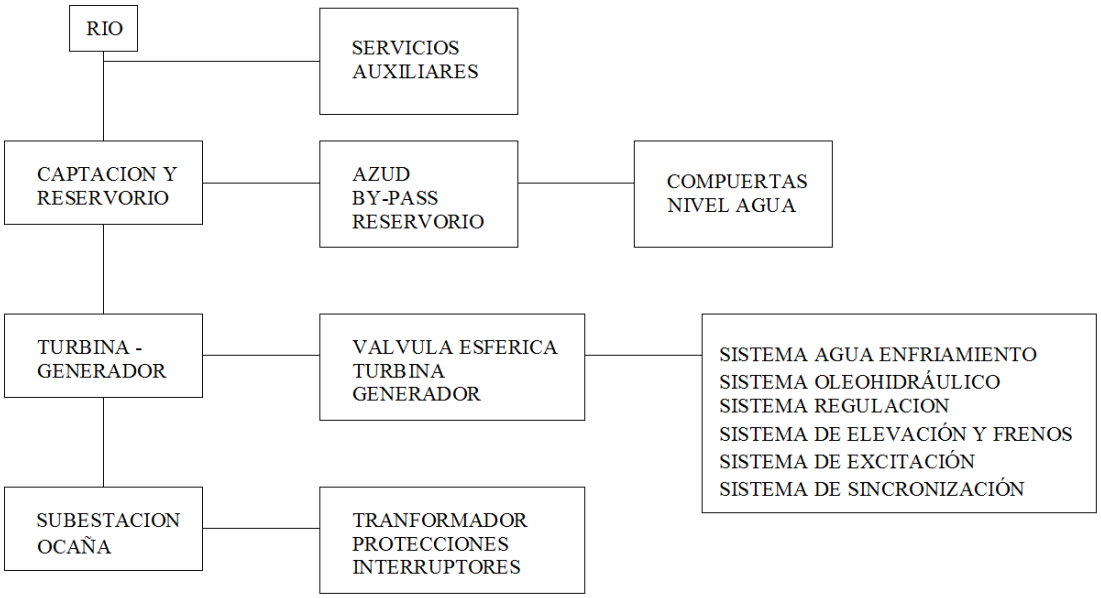


Figura No.3.1 Diagrama de Bloques de Subsistemas.[1]

La estructura general de la Casa de Maquinas constade 2 unidades de generación eléctrica, que son la base para la determinación de controles en las actividades periódicas de mantenimiento eléctrico y mecánico.

Para el funcionamiento de los subsistemas y su control, se emplearan las lógicas de funcionamiento en las cuales se describen todas las señales que tienen que ver con variables binarias y con operaciones que toman un sentido lógico y que ingresarán al SCADA, las cuales nos ayudarán a establecerlas precondiciones de arranque de cada

[1]Fuente: Autores de tesis.

sistema, consiguiendo con esto precautelar la seguridad de la máquina, controlando las posiciones y temperaturas de los equipos.

La información binaria se representa en un sistema digital por cantidades físicas denominadas señales, Las señales eléctricas tales como voltajes existen a través del sistema digital en cualquiera de dos valores reconocibles y representan una variable binaria igual a 1 o 0. Por ejemplo, un sistema digital particular puede emplear una señal de 3 volts para representar el binario "1" y 0 volts para el binario "0".

La lógica binaria tiene que ver con variables binarias y con operaciones que toman un sentido lógico. La manipulación de información binaria se hace por circuitos lógicos que se denominan **Compuertas.**

Las compuertas son bloques que producen señales en binario 1 ó 0 cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica. Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica.

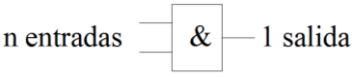
Cualquier información usada para calcular o controlar, puede ser operada pasando señales binarias a través de varias combinaciones de circuitos lógicos con cada señal que representa una variable y transporta un bit de información.

Un sistema de control está definidocomo un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr unfuncionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultadosbuscados.

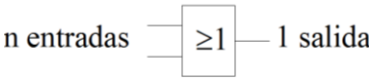
Estossistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla una determinado sistema (ya seaeléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grandeque el de un trabajador.

Para la realización de las lógicas de funcionamiento se utilizarán 4 operaciones binarias básicas (AND, OR, NOT, TON) y la simbología adoptada fue proporcionada por ALSTOM, en donde se tiene los siguientes elementos:

Compuerta AND: Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es 1 si todas las entradas son 1.

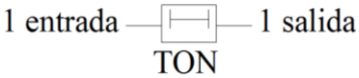


Compuerta OR: Las compuertas OR pueden tener más de dos entradas y por definición la salida es 1 si cualquier entrada es 1.



Compuerta NOT:El círculo pequeño en la salida de un símbolo gráfico de un inversor designa un inversor lógico. Es decir cambia los valores binarios 1 a 0 y viceversa.

Transición TON: este bloque permite tener un tiempo de espera para realizar una acción a la salida.



3.2 SUBSISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO.

3.2.1 DESCRIPCIÓN.

El sistema de captación de la central tiene por objetivo levantar el nivel de agua en la toma a fin de garantizar la derivación requerida.

El sistema de reservorio tiene como finalidad el almacenamiento del agua obteniendo una regulación horaria del caudal.

Los componentes principales son los siguientes:

Bocatoma: Las obras de toma o bocatomas son las tienen como objetivo principal el de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal, y derivarla hacia el canal de acceso. Debe disponer de componentes que permitan el ingreso del agua sin presencia de elementos extraños, asímismo debe permitir regular el caudal de ingreso.

Canal de acceso: Conduce el agua desde la Bocatoma hasta el desarenador.

Desripiador: Es un pequeño canal paralelo junto a las ventanas de captación (bocatoma), el cual permite la eliminación de los sólidos.

Desarenador: Tiene por objeto separar del agua la arena y partículas en suspensión gruesa, evitando que se depositen en las obras de conducción, protegiendo así los equipos y demás componentes de la abrasión. El desarenador normalmente remociona las partículas superiores a 0,2 mm.

El desarenador utilizado es del tipo longitudinal, el cual se basa en la reducción de la velocidad del agua y de las turbulencias, permitiendo así que el material sólido transportado en suspensión se deposite en el fondo, de donde es retirado periódicamente.

La Central dispone de dos desarenadores, que permiten realizar el mantenimiento de una de ellas mientras la otra está operando.

Tanque de carga para by-pass: El tanque de carga sirve para permitir el paso del agua del desarenador a las tuberías de conducción cuando haya trabajos de mantenimiento y limpieza del reservorio y no pueda operar el tanque de carga principal.

Reservorio de regulación: El reservorio de regulación proporciona una capacidad de almacenamiento de aguadisponible para la operación del sistema.

Compuertas: Las compuertas tienen como finalidad regular la entrada del agua y también para dar mantenimiento a los diferentes componentes del sistema de captación y reservorio.

Compuertas de captación: Las compuertas de captación tienen por objeto regular la entrada del agua hacia los desarenadores, y en caso necesario, cerrar completamente la entrada de agua hacia el canal correspondiente.

Compuertas de limpieza del desarenador y reservorio: Tiene como objetivo suministrar agua a alta presión para evacuar los sedimentos depositados al fondo.

Servomotores: El servomotor es un motor asíncrono que controla una válvula proporcional mediante aceite a presión, el cual permite controlar la posición exacta de las diferentes compuertas.

3.2.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

La operación normal del Sistema se producirá cuando exista un nivel operativo y permanente en el reservorio o en el tanque by-pass, necesario para producir la mínima potencia de generación.

Se debe notar que operación normal del sistema puede significar la operación con una sola unidad a la generación mínima que se haya establecido, o en condiciones nominales de las unidades; considerando las disponibilidades hídricas y sistema hidráulico, entendiéndose que no existan restricciones mecánicas, eléctricas, de control o instrumentación.

El manejo de las dos variables: nivel en el reservorio y en el tanque bypass se vuelve fundamental para la lógica de control en condiciones normales y de contingencia. Estas variables son además, las que determinan la operación hidráulica adecuada del sistema, en concordancia con los componentes electromecánicos y de control considerados: compuertas radiales, actuadores eléctricos, instrumentación de campo (sensores de nivel, sedimentos, presión), servicios auxiliares de corriente alterna, sistema de corriente continua, sistema de control y comunicaciones.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detalla en la lógica de la Figura 3.2, en donde la condición principal es tener un nivel de agua optimo en el reservorio y en el tanque by-pass para lo cual se considera lo siguiente:

1. Tener un Voltaje de alimentación OK en los equipos de Control (HPU).
2. Tener un nivel de agua mínimo medido por los sensores de nivel (LT-107 ubicado en el tanque de carga principal y LT-105 ubicado en el tanque de carga by-pass) y que la compuerta esté abierta, ya sea del reservorio (MOG 104), del By-pass (MOG 103) o ambos a la vez. (para ver ubicación de sensores y compuertas ver anexo 2).
3. Que las comunicaciones con reservorio estén OK en los equipos de Control (HPU).
4. Considerar una falla de comunicaciones con reservorio.

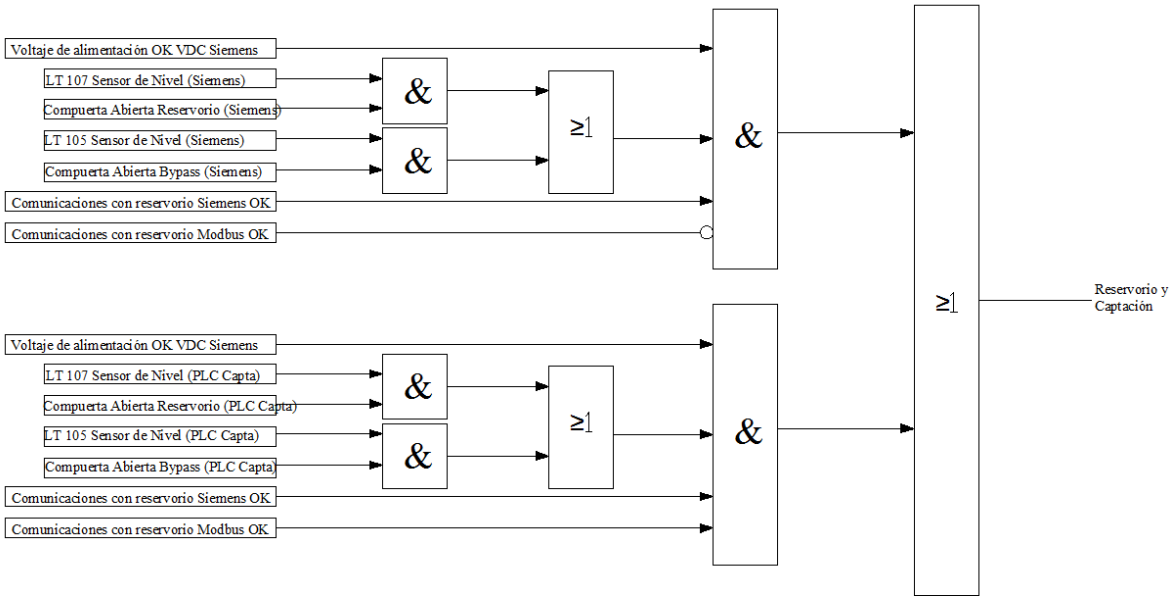


Figura No. 3.2.Lógica de Funcionamiento Captación y Reservorio.[2]

La nomenclatura es la siguiente:

LT 105: Sensor de nivel Captación.

LT107: Sensor de nivel Reservorio.

En el caso de que no se cumpla alguna de las condiciones antes mencionadas el sistema no podrá arrancar.

3.2.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo **(#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

[2]Autores de tesis

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-RC---------- Reservorio y Captación

U0#-RC-EQ----------Equipo en general
U0#-RC-IN----------Instrumentación
U0#-RC-SM----------Servomotores – Motores
U0#-RC-SM----------Válvulas.
U0#-RC-TI----------Tablero de interconexión

3.2.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA CAPTACIÓN Y RESERVORIO.

Para el mantenimiento preventivo del sistema de captación y reservorio se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada una de los equipos; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos de este sistema. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento preventivas semestral

RC-EQ----------Reservorio y Captación – Equipo en general

1. Hacer un examen del estado general exterior de las compuertas y equipos.
2. Examinar todos los circuitos hidráulicos de agua para detectar fugas en cada uno de los puntos de soldadura.
3. Examinar todos los circuitos de aceite hidráulico para detectar cualquier fuga de aceite.

RC-IN---------- Reservorio y Captación- Instrumentación

1. Verificación del funcionamiento de los indicadores hidráulicos, detectores, alarmas y dispositivos de seguridad.

RC-SM---------- Reservorio y Captación - Servomotores

1. Test en Banco de pruebas
2. Verificación del encoder.
3. Limpieza de todas las piezas y accesorios del motor.
4. Análisis de vibraciones.

RC-VS---------- Reservorio y Captación – Válvulas

1. Inspección de fugas en el vástago
2. Apretar la tuerca del buje
3. Lubricación del vástago para evitar óxido
4. Limpieza de toda clase de suciedad o arena adherida al vástago.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento preventivas semestral

RC-SM---------- Reservorio y Captación – Servomotores

1. Control de conectores.
2. Cambio de rodamientos.
3. Análisis de rodamientos.
4. Control del par del freno.
5. Control de imanes rotor.
6. Verificación del bobinado del estator.

RC-TI----------Reservorio y Captación – Tablero de interconexión

1. Limpieza interna del tablero y borneras.
2. Inspección del estado de las borneras y terminales.
3. Ajuste de borneras y conexiones.
4. Análisis termográfico.

3.3 SUBSISTEMA DE LA TURBINA.

Uno de los principales elementos de la Central Hidroeléctrica, del cual depende en su mayor parte el rendimiento y el buen servicio de la instalación, lo constituye la turbina.

La turbina Pelton, usada para grandes alturas de presión, consta esencialmente de un rodete provisto de cucharones periféricos contra los cuales golpea el chorro de agua a presión que sale de una boquilla fija, a través del cual se mueve una aguja que regula y obtura en caso necesario el flujo del agua.

3.3.1 DESCRIPCIÓN.

En la Central Hidroeléctrica Ocaña se tienen dos turbinas PELTON de eje vertical, con rodete alimentado por cuatro inyectores, velocidad nominal de 600 r.p.m. Bajo las caídas netas indicadas de 371 a 382m. La potencia neta, bajo caída neta mínima y caudal máximo, es de 13.416 Kw, ha sido construida con las siguientes características:

Tabla 3.1 Características técnicas de Turbina Pelton

Número y tipo de turbina	2 PELTON vertical
Caída neta nominal (m)	371
Caudal nominal para la caída neta nominal (m3/seg)	4,1
Potencia nominal en eje turbina (Kw)	13.416
Velocidad nominal (r.p.m.)	600
Velocidad de embalamiento estabilizada (r.p.m.)	1.045

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

En la figura 3.3 se muestran las partes principales de la turbina Pelton Ubicada en la casa de máquinas de la Central Hidroeléctrica Ocaña

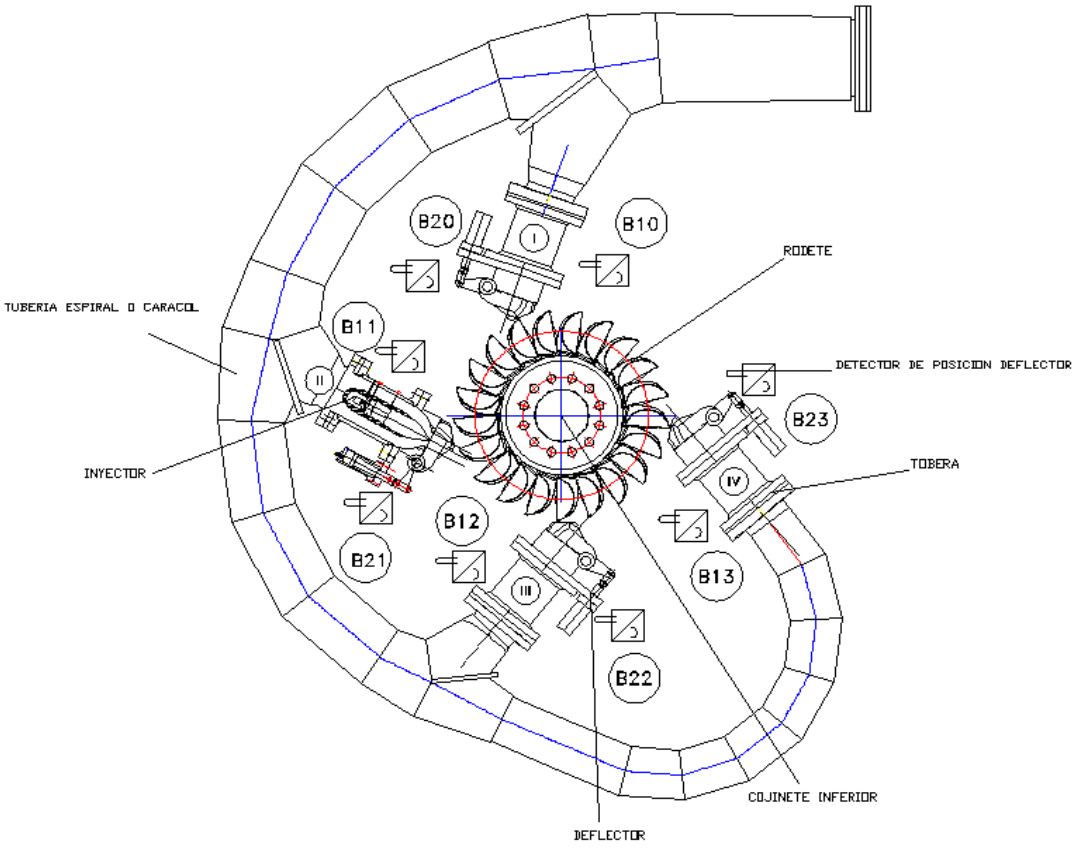


Figura No. 3.3.Esquema de Turbina Pelton.[3]

En donde se tiene la siguiente nomenclatura:

B10: Detector de Posición Inyector I.

B11: Detector de Posición Inyector II.

B12: Detector de Posición Inyector III.

B13: Detector de Posición Inyector IV.

B20: Detector de Posición Deflector I.

B21: Detector de Posición Deflector II.

B22: Detector de Posición Deflector III.

B23: Detector de Posición Deflector IV.

[3]Autores de tesis.

RODETE.

El rodete es el elemento que al girar por acción de un chorro de agua genera potencia al eje. El principio de funcionamiento del rodete está basado en que el inyector orienta el chorro de agua el cual toma contacto con los alabes al ingresar al rodete, dándole un primer impulso de giro para luego atravesar el interior del mismo y tomar contacto nuevamente con los alabes y darles un segundo impulso antes de salir y fluir por la descarga de la turbina.

Figura No.3.4 Rodete Pelton.[4]

INYECTORES.

El inyector es el elemento encargado de formar el chorro que impactará sobre las cucharas del rodete, presenta un perfil hidrodinámico, tal que el chorro a su salida debe ser lo más estable y perfecto posible ya que cualquier deformación incidirá notablemente en el desgaste de las cucharas por efecto de la cavitación.

Figura No.3.5Inyectores.[5]

Mediante los inyectores, se regula el caudal turbinado por desplazamiento axial de las agujas de los inyectores.

El accionamiento de las agujas se realiza mediante aceite a presión, procedente del sistema de regulación. Cada inyector está provisto de un sistema directo de detección de posición de su aguja, para permitir el control de su posicionamiento manualmente o automáticamente, mediante el regulador ALSTOM T-SLG (Turbine Speed Load Governador).

[4-5]Autores de tesis. Imagen captada en Casa de Máquinas. Central Hidroeléctrica Ocaña.

Según las condiciones de carga, pueden estar en funcionamiento uno, dos, tres o cuatro inyectores, bajo control del automatismo, a fin de optimizar los rendimientos y la producción.

Inicialmente sin carga funcionarán los cuatro inyectores hasta alcanzar la velocidad nominal, una vez alcanzada esta velocidad solo quedará funcionando un inyector, hasta obtener una variación en la demanda.

Los inyectores disponen de un deflector de chorro de intervención rápida, que actúa como órgano de seguridad, desviando el chorro al foso de evacuación cuando se produce una desconexión súbita del grupo de la red, evitando la permanencia del grupo al embalamiento. La supresión brusca de par hidráulico sobre la rueda reduce la sobre velocidad del grupo y permite el cierre de los inyectores en los tiempos que precisa la limitación de sobrepresión máxima en esta instalación.

Los deflectores, a través del sistema de regulación T-SLG, están, bajo cualquier apertura del inyector, dispuestos a muy poca distancia del chorro e interviniendo, en caso de variación de carga o velocidad, rápidamente sobre este y evitando puntas de sobre velocidad, mientras los inyectores se ajustan bajo la nueva carga.

Los cuatro deflectores son accionados por sus correspondientes servomotores de aceite diferenciales de simple efecto. Cada servomotor es mantenido en posición abierta mediante aceite a presión, procedente del sistema de regulación, sobre el área libre del pistón. La intervención rápida del deflector se obtiene con la puesta en evacuación del aceite en esta zona del pistón, venciendo la fuerza antagonista debida a la presión en el área del vástago.

Las seguridades previstas del grupo frente al embalamiento provocan el cierre inmediato de los deflectores por puesta a la evacuación del aceite en sus servomotores.

Los inyectores son de doble acción y su cierre está asegurado por medio de un acumulador de presión de aceite en el circuito de mando.

La seguridad de las unidades tiene dos niveles de protección en caso de fallo del aceite a presión de dichos servomotores. Los deflectores de los chorros, bajo el mando de sus servomotores, previstos de presión antagonista, y la válvula de entrada, provista con contrapesos, aseguran el cierre en toda circunstancia, desde plena carga.

EJE.

El Eje es el elemento que transmite al generador la potencia producida por la turbina, el eje está hecho en una sola pieza tiene un agujero de 150 mm de diámetro taladrado por toda su longitud, agujero realizado con la finalidad de colocar todo el equipo necesario para desmontar el rodete.

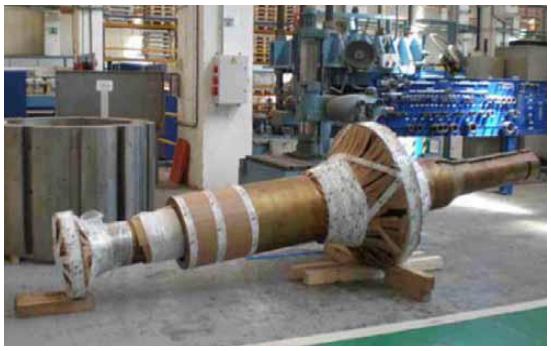


Figura No. 3.6.Eje.[6]

COJINETE.

El cojinete de tipo auto lubricado en baño de aceite, está montado en la parte superior de la carcasa Pelton y sirve de guía en la rotación de la turbina.

Figura No. 3.7.Cojinetes.[7]

En la parte superior de la cuba, tiene un sello de baquelita que impide la salida de vapores de aceite y así mismo en su parte inferior dispone de otro sello para evitar la presencia de agua desde la turbina.

[6-7] Autores de tesis. Imagen captada en Casa de Máquinas. Central Hidroeléctrica Ocaña

Para mantener la temperatura tanto del aceite como de los segmentos en valores normales en el interior de la cuba se ha montado un serpentín de cobre por el que circula agua proveniente del sistema de enfriamiento.

CARACOL.

El Caracol transforma la energía de Presión que tiene el agua antes dellegar al caracol en energía cinética, la velocidad va aumentando mientras va variando la sección de la tubería.

El Caracol constituye la tubería de conexión entre la Válvula Esférica y los cuatro inyectores, está colocada como un anillo alrededor de la chapa metálica, pero sumergida en el mismo hormigón.

CARCASA Y DUCTOS DE VENTILACIÓN.

La carcasa consiste en una estructura metálica de chapa de acero de forma cilíndrica que cubre todo el recinto, evitando así la dispersión del agua al salir del rodete, protegiendo de esta manera todo el recinto de la turbina.

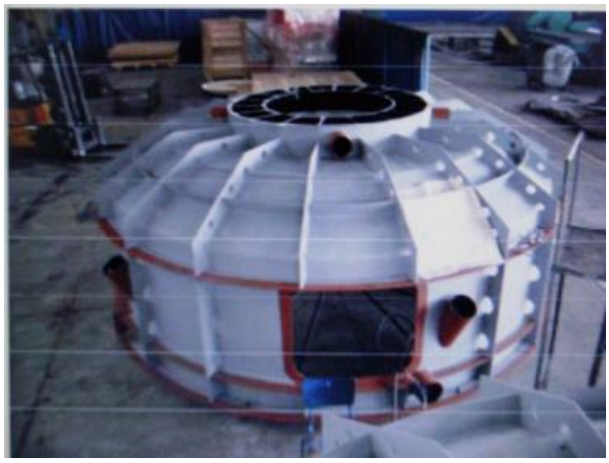


Figura No. 3.8.Bastidor.[8]

Dentro de la carcasa de la turbina existe una cámara con cuatro ductos de ventilación equidistante, y que sirve para el ingreso de aire al recinto para permitir que el agua consumida por la turbina salga libremente hacia el túnel de descarga.

[8]Autores de tesis. Imagen captada en Casa de Máquinas. Central Hidroeléctrica Ocaña.

3.3.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.10, en donde la condición principal es que el cojinete de la turbina esté debidamente lubricado, verificando que la temperatura y nivel de aceite sean los óptimos, para lo cual se considera lo siguiente:

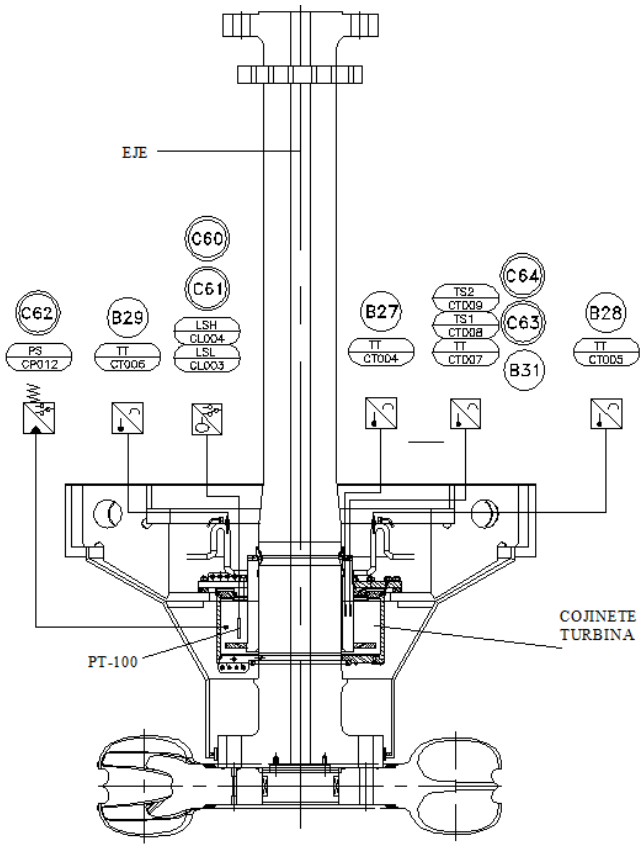


Figura No. 3.9.Perfil de la turbina.[9]

En la figura 3.9 se describe la ubicación de los sensores y contactos que se tiene en la turbina, en donde se tiene la siguiente nomenclatura:

[9]Autores de tesis.

B27: Sensor de temperatura del metal cojinete.

B28: Sensor de temperatura del aceite cojinete entrada.

B29: Sensor de temperatura del aceite cojinete salida.

B31: Sensor de temperatura del metal cojinete.

C60: Contacto nivel bajo de aceite cojinete.

C61: Contacto nivel muy bajo de aceite cojinete.

C62: Contacto nivel bajo de aceite cojinete.

C63: Contacto Temperatura alta cojinete.

C64: Contacto Temperatura muy alta cojinete.

1. **Lubricación y Temperatura del Cojinete OK:** El cojinete de tipo auto lubricado en baño de aceite, al servir de guía en la rotación de la turbina va a estar expuesto al calentamiento generado por fricción, por lo que se debe controlar la temperatura mediante sensores PT-100 y el nivel de aceite en los cojinetes, estos sensores controlarán la temperatura en el metal del cojinete (contacto B27-B31), temperatura del aceite del cojinete al ingreso (contacto B28), temperatura del aceite a la salida del cojinete (contacto B29), así como las seguridades del nivel bajo y muy bajo de aceite en los cojinetes (contactos C60-C61-C62), además se tienen contactos de Temperatura alta y muy alta del cojinete (contactos C63-C64), los cuales nos indicaran en todo momento el estado del cojinete de la turbina.

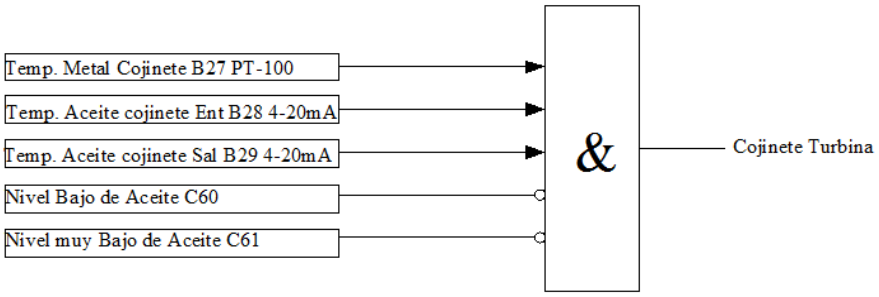


Figura No. 3.10.Lógica del cojinete de la turbina.[10]

Para que el cojinete de la turbina este en una condición óptima para el arranque de la turbina deben cumplirse todas las condiciones antes mencionadas, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

[10] Autores de tesis

3.3.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-TH---------- Turbina Hidráulica

U0#-TH-IN----------Instrumentación
U0#-TH-IY----------Inyectores
U0#-TH-EQ----------Equipo en general
U0#-TH-RT----------Recinto Turbina
U0#-TH-CG----------Cojinete Guía
U0#-TH-RD----------Rodete
U0#-TH-SV----------Servomotor
U0#-TH-TI----------Tablero de interconexión
U0#-TH-IY----------Inyectores

3.3.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA LA TURBINA.

Para el mantenimiento preventivo de la Turbina se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada una de las unidades de generación; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos de las unidades de generación. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento semanal:

TH-IN----------Turbina Hidráulica – Instrumentación

1. Verificación del funcionamiento de los indicadores hidráulicos, detectores, alarmas y dispositivos de seguridad.

TH-IY----------Turbina Hidráulica – Inyectores

1. Verificar la posición de apertura normal de cada boquilla

Actividades de mantenimiento bimestral:

TH-EQ----------Turbina Hidráulica – Equipo en general

1. Hacer un examen del estado general exterior de la turbina y equipos.
2. Examinar todos los circuitos hidráulicos de agua para detectar fugas en cada uno de los puntos de soldadura.
3. Examinar todos los circuitos de aceite hidráulico para detectar cualquier fuga de aceite.

TH-IN----------Turbina Hidráulica – Instrumentación

1. Verificación del funcionamiento de los indicadores hidráulicos, detectores, alarmas y dispositivos de seguridad.

TH-RT----------Turbina Hidráulica – Recinto Turbina

1. Inspección y/o reparación del rodete de deflectores
2. Verificación de ajuste de pernos de acoplamiento de los deflectores
3. Inspección y/o reparación de rejillas quiebra chorros.

TH-IY----------Turbina Hidráulica – Inyectores

1. Inspección de cada punta de boquillas y agujas.
2. Verificación de ajuste de los acoples de los inyectores.
3. Engrase de los inyectores.

TH-CG----------Turbina Hidráulica – Cojinete Guía

1. Verificación de nivel y/o reposición de aceite
2. Comprobar la temperatura durante el funcionamiento estable.

Actividades de mantenimiento semestral:

TH-CG----------Turbina Hidráulica – Cojinete Guía

1. Verificación de nivel y/o reposición de aceite
2. Comprobar la temperatura durante el funcionamiento estable.
3. Registro de vibraciones.

TH-IY----------Turbina Hidráulica – Inyectores

1. Inspección de agujas.
2. Verificación de ajuste de los acoples de los inyectores
3. Cambio de ejes de puntería
4. Inspección y/o cambio de barras de calibración
5. Calibración de carrera de operación de agujas y deflectores
6. Engrase de los inyectores.

TH-RD----------Turbina Hidráulica – Rodete

1. Inspección y/o reparación del rodete.

2. Verificación de ajuste de pernos de acoplamiento.
3. Inspección y/o reparación de rejillas quiebra chorros.

TH-RT----------Turbina Hidráulica – Recinto Turbina

1. Inspección de pintura de recinto y rejillas quiebra chorros.

Actividades de mantenimiento anual:

TH-CG----------Turbina Hidráulica – Cojinete Guía

1. Verificación de nivel y/o reposición de aceite
2. Verificación del estado de aceite en la cuba
3. Registro de vibraciones.
4. Verificar el buen funcionamiento de las sondas y los termómetros
5. Verificación de temperatura de los intercambiadores de calor (RTD)
6. Limpieza de los intercambiadores de calor

TH-EQ----------Turbina Hidráulica – Equipo en General

1. Verificación de tiempos y presiones de operación de aguja y servomotor.
2. Limpieza y/o inspección de la pintura del recinto de acople turbina-generador.
3. En periodos de detención de la turbina llevar a cabo un examen total de sus componentes principales internos
4. Verificar el estado del colector
5. Examen de ejes y acoplamientos
6. Verificar cada par de apriete de los tornillos del acoplamiento entre el eje de la turbina y el corredor, y en general todos los pares de aprietes de pernos de seguridad.
    a. Acoplamiento eje-turbina
    b. Acoplamiento de válvula
    c. Acoplamiento de inyector-colector

TH-IY----------Turbina Hidráulica – Inyectores

1. Inspección de agujas y asientos.
2. Verificación de ajuste de los acoples de los inyectores
3. Cambio de ejes de puntería
4. Inspección y/o cambio de barras de calibración
5. Calibración de carrera de operación de agujas y deflectores
6. Engrase de los inyectores.
7. Inspeccionar el corredor Pelton.

TH-RD----------Turbina Hidráulica – Rodete

1. Limpieza e inspección de la pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros.

TH-SV----------Turbina Hidráulica – Servomotor

1. Verificación de ajuste de tuercas en el varillaje de anclaje.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento bimestral:

TH-TB----------Turbina Hidráulica – Tablero de interconexión

1. Limpieza interna del tablero y borneras
2. Inspección del estado de las borneras y terminales
3. Ajuste borneras y conexiones
4. Análisis termográfico.

3.4 SUBSISTEMA DEL GENERADOR.

Uno de los principales elementos dentro de una central hidroeléctrica es elGenerador Hidráulico, el cual pertenece al grupo de dispositivos llamadosmáquinas eléctricas rotativas. Dichas máquinas se encargan en convertir laenergía mecánica en eléctrica (Generador) o energía eléctrica en energíamecánica (Motor), utilizando ya sea corriente alterna o corriente continua y basando su funcionamiento en el principio de inducción electromagnética.

El principio de Inducción Electromagnética indica que al mover rápidamenteun conductor eléctrico de tal manera que corte las líneas de fuerza de un campomagnético, en el conductor se inducirá o aparecerá una tensión eléctrica. Lamagnitud de esa tensión eléctrica inducida es directamente proporcional a lalongitud del conductor comprendida dentro del campo magnético, la velocidadrelativa entre el conductor y el campo, y también depende de la intensidad delcampo. La tensión eléctrica que se induce es llamada Fuerza Electro Motriz(f.e.m.)

3.4.1 DESCRIPCIÓN.

Los generadores son de fabricación Alemana “SIEMENS”. Se encuentran ubicados en la Casa de Maquinas.

Tabla 3.2 Características técnicas del Generador

No. De unidades	2
Potencia nominal, KVA	14.500
Factor de potencia nominal	0,90
Tensión nominal, KV	13,8
Variación de tensión, %	+- 5
Corriente nominal, A	606,6
Frecuencia, Hz.	60
Numero de polos	12
Numero de fases	3
Velocidad nominal, r.p.m.	600
Sobre velocidad máxima, r.p.m.	1040

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

El generador síncrono trifásico es de eje vertical, rotor con polos salientes y devanado en estrella proyectado para trabajar con el neutro aislado o puesto a tierra. El generador tiene dos cojinetes, uno combinado de empuje y guía situado encima del rotor y otro de guía situado debajo.

El generador se acopla directamente a la turbina que está debajo del mismo y dotada de su respectivo eje de acoplamiento.

La ventilación del generador se realiza por circulación de aire en circuito abierto.

El generador está compuesto de las siguientes partes:

ESTATOR.

El estator está conformado por la carcasa, el núcleo magnético y el bobinado.

Carcasa: La carcasa del estator es una estructura soldada diseñada para alcanzar gran rigidez torsional y resistencia al pandeo y a las vibraciones.

Bobinado: Es el conjunto de bobinados donde se induce el voltaje de salida delgenerador principal debido al efecto del campo magnético giratorio producido porla bobina de campo del rotor.

El bobinado del estator es del tipo trifásico, con bobinas dispuestas en dos capas para conexión en estrella. Los dos extremos de cada fase se conectan a terminales sujetos a la carcasa.

Figura No. 3.11.Bobinado Estator.[11]

[11]Autores de tesis. Imagen captada en Bodega. Central Hidroeléctrica Ocaña.

El bobinado del estator dispondrá de 6 salidas (3 de línea y 3 de neutro) que pasan a través de la carcasa para su conexión al exterior.

La temperatura del bobinado se vigila por medio de varios detectores de temperatura del tipo PT-100, uniformemente distribuido en el bobinado y situados entre la bobina superior y la inferior en la zona media de la ranura.

ROTOR.

El rotor está conformado por el eje, cuerpo del rotor y los polos.

Eje: De acero forjado de la mejor calidad y sometido a los ensayos precisos para verificar la perfecta homogeneidad del material. Mecanizado en toda su longitud y pulido en las superficies de deslizamiento de los cojinetes.

Cuerpo del rotor: La corona rotórica está constituida por una llanta de acero forjado en forma de cilindro, que se colará sobre el disco rotórico constituyendo junto con el eje, un conjunto compacto, que formara la línea básica del eje. En su periferia, colas de milano se emplearan para la fijación y asentamiento de los polos.

POLOS.

Núcleo polar: Los polos son del tipo laminado. Los segmentos se apilan en una prensa, tras lo que se insertan los bulones pretensados. Dichos bulones se fijan a placas de presión situadas en los extremos del polo, previa aplicación de una determinada presión axial. La elevada

Figura No. 3.12.Polos del rotor.[12]

[12]Autores de tesis. Imagen captada en Bodega. Central Hidroeléctrica Ocaña.

presión a la que se produce el apilado asegura un conjunto mecánicamente compacto.

Bobina polar: Está constituido por bobinas formadas por pletinas de cobre soldadas por testa, con aleación de alta conductividad, separadas por capas de tejido de vidrio embebido en resina epóxida, constituyendo un conjunto compacto adecuado para resistir, sin deformarse, los esfuerzos centrífugos y variaciones térmicas.

Las bobinas van montadas en los núcleos de los polos.

Cojinetes: En general la finalidad básica del cojinete es transmitir el peso y esfuerzode las partes giratorias a las losas, esto es a la estructura de la casa demáquinas. Por consiguiente el cojinete guía no permite oscilaciones a laspartes giratorias, es decir sirve para guiar al eje. Paradesempeñar su función los cojinetes, poseen aceite lubricante en su interior endonde se encuentra sumergido el eje principal del generador, con lo que sereduce la fricción entre los elementos. En la unidad generadora existen trescojinetes principales: Guía Turbina, Inferior Generador y Combinado.

Cojinete de empuje combinado: El cojinete de empuje, o pivote, que va combinado con el guía superior, es del tipo de deslizamiento para funcionar con carga axial, y consta principalmente de un anillo espejo de acero especial, de los patines o segmentos de apoyo, de material antifricción, de un aro y de los accesorios de base. En funcionamiento, entre el anillo espejo y los patines se forma una película de aceite a alta presión que mantiene al primero "a flote", evitando el contacto entre metales. La película de aceite se forma debido a las inclinaciones que toman los patines con el giro y a los propios biseles de entrada.

Para el cojinete pivote, hay un sistema de lubricación de aceite de alta presión, a base de una moto-bomba que inyecta aceite entre los segmentos y el anillo durante el arranque y parada. El sistema está en servicio hasta que la maquina gira a la velocidad necesaria para que el cojinete se auto lubrique de manera normal.

Cojinetes guía: Los cojinetes guía serán del tipo de deslizamiento, aptos para soportar esfuerzos radiales, y constaran principalmente de un mango de acero forjado, subdivididos en segmentos ajustables, con un recubrimiento de metal antifricción en la superficie interior. La lubricación se efectúa por el paso de aceite desde la cámara de nivel a través de unos taladros practicados en la parte inferior de la campana y por la acción centrifuga de esta, ascendiendo por los huecos entre segmentos.

3.4.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.17 y 3.19, en donde la condición principal es que los cojinetes combinado e inferior del generador estén debidamente lubricados, verificando que la temperatura y nivel de aceite sean los óptimos, para lo cual se considera lo siguiente:

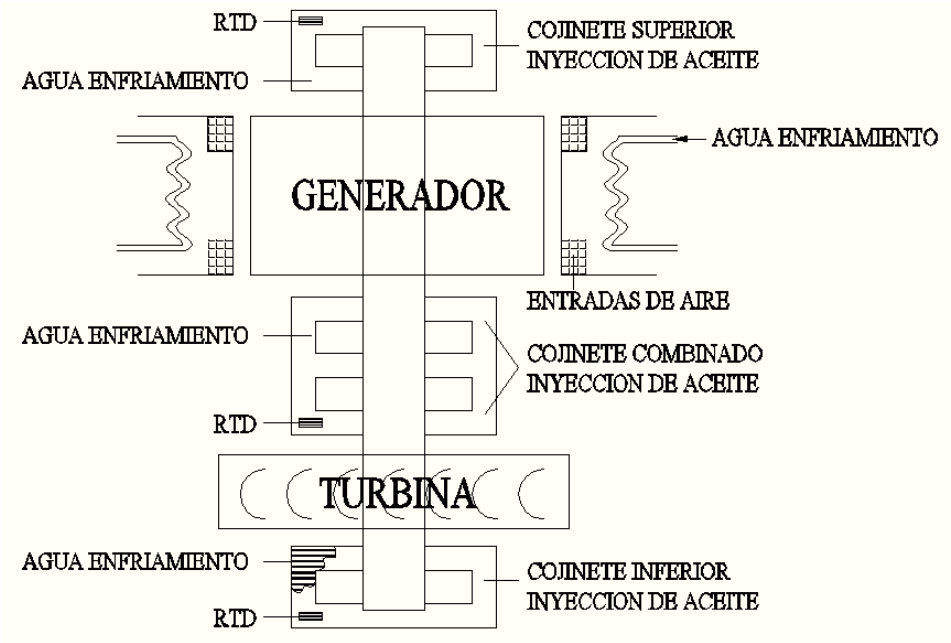


Figura No. 3.13.Perfil del grupo turbina-generador.[13]

[13] Autores de tesis.

1. **Lubricación y Temperatura del Cojinete guíainferior OK:** El cojinete de tipo auto lubricado en baño de aceite, al servir de guía en la rotación de la turbina y generador va a estar expuesto al calentamiento generado por fricción, por lo que se debe controlar la temperatura mediante sensores PT-100 (RTD)(figura 3.13) y el nivel de aceite en los cojinetes, estos sensores controlarán la temperatura en el metal del cojinete (contacto 41), temperatura del aceite del cojinete (contacto 45), así como las seguridades del nivel bajo de aceite (contacto 72) y el nivel alto de aceite (contacto 72).

2. **Lubricación y Temperatura del Cojinete superior OK:** Se controla la temperatura mediante sensores PT-100 (RTD) y el nivel de aceite en los cojinetes, estos sensores controlarán la temperatura en el metal pivote del cojinete (contacto 31-32-33),temperatura en el metal guía del cojinete (contacto 35), temperatura del aceite del cojinete superior (contacto 39), así como las seguridades del nivel bajo de aceite en el cojinete superior (contacto 71) y nivel alto de aceite en cojinete superior (contacto 71).

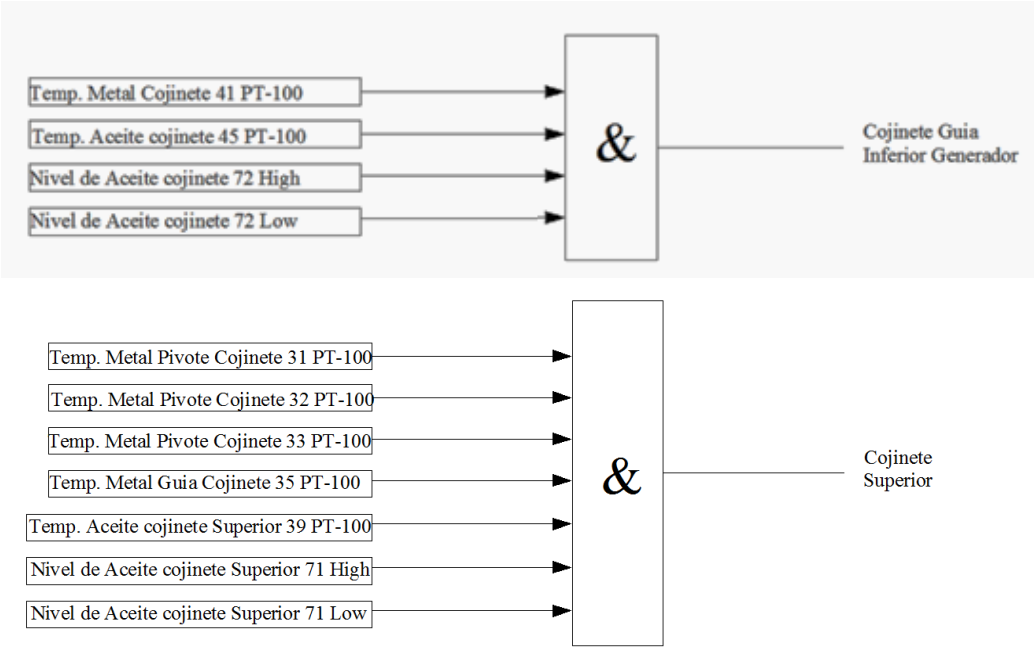


Figura No. 3.14.Lógica de funcionamiento de cojinetes del Generador.[14]

3. **Temperaturas del Generador OK:** Se consideran las temperaturas en el bobinado del estator en cada una de las fases mediante los sensores de temperatura PT-

[14]Autores de tesis.

100 (RTD), así como las temperaturas a la salida es decir en los bornes del generador, mediante el relé de protección de grupo MICOM P343.

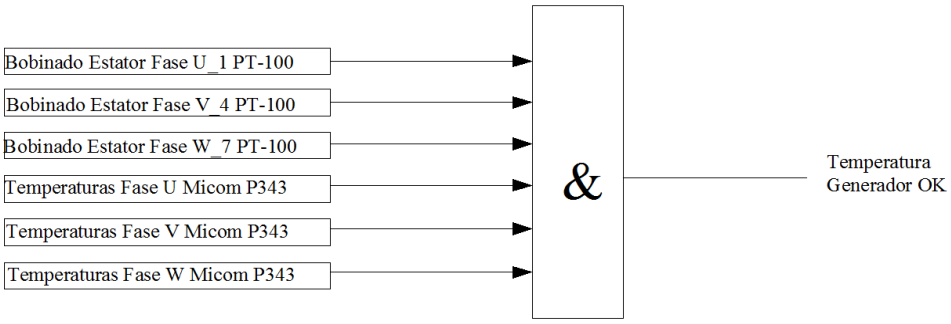


Figura No. 3.15.Lógica del Generador.[15]

En la figura 3.16 se muestra en detalle la ubicación de los distintos sensores de temperatura que serán ubicados en el bobinado del estator.

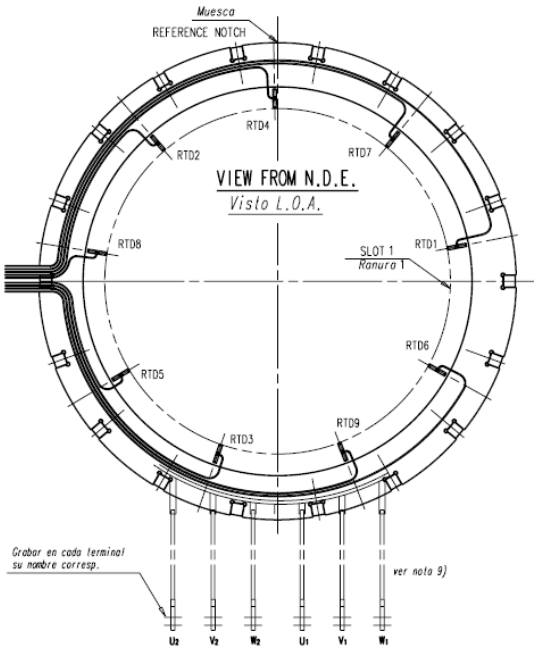


Figura No. 3.16.Estator del generador.[16]

Para que los cojinetes del generador este en una condición óptima para el arranque de la turbina deben cumplirse todas las condiciones antes mencionadas, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

[15]Autores de tesis.
[16]Documento: Esquema de bobinado. Plano HEIOCA20MKAFS13002.

3.4.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-GE---------- Generador

U0#-GE-CJ----------Cojinete guía inferior
U0#-GE-AE----------Agua de enfriamiento
U0#-GE-ER----------Estator – Rotor
U0#-GE-AR----------Anillos rozantes
U0#-GE-IN----------Instrumentación
U0#-GE-PT----------Equipo de puesta a tierra

3.4.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA EL GENERADOR.

Para el mantenimiento preventivo de las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica Ocaña se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada una de las unidades de generación; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento bimestral:

GE-CJ----------Generador-Cojinete Inferior

1. Control de nivel y/o reposición de aceite.

Actividades de mantenimiento semestral:

GE-CJ----------Generador-Cojinete Inferior

1. Control de nivel y/o reposición de aceite.
2. Medición del flujo de aire de enfriamiento.

Actividades de mantenimiento anual:

GE-AE----------Generador-Agua de enfriamiento

1. Control del funcionamiento de las válvulas tipo compuerta de los radiadores.
2. Inspección y/o limpieza de los radiadores.

GE-CJ----------Generador-Cojinete Inferior

1. Control de nivel y/o reposición de aceite.
2. Verificación de temperatura del intercambiador de calor.
3. Limpieza del intercambiador de calor.
4. Verificación del estado del aceite de cuba.

GE-ER----------Generador-Estator-Rotor

1. Medición del flujo de aire de enfriamiento.
2. Control y verificación del estado general.
3. Control de alineación del estator.
4. Control de alineación del rotor y desplazamiento axial.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento semestral:

GE-AR----------Generador-Anillos rozantes

1. Limpieza general del recinto y accesorios.
2. Verificación de la libertad de desplazamiento de las escobillas
3. Inspección del estado y funcionamiento de porta escobillas, anillos rozantes y demás accesorios.
4. Medición del aislamiento eléctrico del rotor y soporte para escobillas.
5. Medición y registro del tamaño de escobillas.
6. Ajuste de conexiones y terminales.

Actividades de mantenimiento semestral:

GE-AR----------Generador-Anillos rozantes

1. Limpieza general del recinto y accesorios.
2. Verificación de la libertad de desplazamiento de las escobillas.

3. Inspección del estado y funcionamiento de porta escobillas, anillos rozantes y demás accesorios.
4. Medición del aislamiento eléctrico del rotor y soporte para escobillas.
5. Medición y registro del tamaño de escobillas.
6. Ajuste de conexiones y terminales.
7. Cambio de polaridad de anillos rozantes.

GE-ER----------Generador-Estator-Rotor

1. Limpieza general de los devanados y demás accesorios.
2. Inspección y/o corrección del aislamiento de los devanados.
3. Inspección del estado y funcionamiento de las aspas de los ventiladores, canales de ventilación, soportes, cuñas, separadores y amarres de devanados etc.

GE-IN----------Generador-Instrumentación

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del funcionamiento del sistema anti condensación.

Actividades de mantenimiento anual:

GE-AR----------Generador-Anillos rozantes

1. Limpieza general del recinto y accesorios.
2. Verificación de la libertad de desplazamiento de las escobillas.
3. Medición de la tensión de empuje de las porta escobillas.
4. Inspección del estado y funcionamiento de porta escobillas, anillos rozantes y demás accesorios.
5. Medición del aislamiento eléctrico del rotor y soporte para escobillas.
6. Medición y registro del tamaño de escobillas.
7. Ajuste de conexiones y terminales.
8. Cambio de polaridad de anillos rozantes.

GE-ER----------Generador-Estator-Rotor

1. Limpieza general de los devanados y demás accesorios.
2. Inspección y/o corrección del aislamiento de los devanados.
3. Inspección del estado y funcionamiento de las aspas de los ventiladores, canales de ventilación, soportes, cuñas, separadores y amarres de devanados etc.
4. Verificación de pares de apriete de los pernos de unión de los dados de presión del laminado del estator.
5. Medición del aislamiento eléctrico del estator.
6. Ajuste de pernos, conexiones, terminales y puesta a tierra.
7. Medición del entrehierro.
8. Medición de la caída de tensión en los polos del rotor.

GE-PT----------Generador-Equipo puesta a tierra

1. Limpieza general del cubículo, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.
4. Medición del aislamiento eléctrico del transformador.
5. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

GE-IN----------Generador-Instrumentación

1. Limpieza interna de tablero de conexión de instrumentación del generador, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de los sensores de temperatura, calefactores del generador y demás equipos y accesorios de control.
3. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

3.5 SUBSISTEMA DE LA VÁLVULAESFÉRICA.

3.5.1 DESCRIPCIÓN.

Es un elemento que nos ayuda al ingreso y/o aislamiento del agua que va hacia las turbinas Pelton a través del caracol.

La válvula esférica es controlada a través de un servomotor de simple efecto, la cual es accionada por aceite, realizando un giro de 90°.

Figura No. 3.17.Válvula Mariposa.[17]

Trabaja en posición abierta o cerrada, asegurando en el primer caso un flujo continuo con el mínimo de pérdida y en el segundo caso una estanqueidad total hacia el lado de la turbina.

La maniobra de apertura se realiza por admisión de aceite a presión procedente del equipo de regulación y mando común con la turbina, previo equilibrio de presiones a ambos lados de la válvula mediante un sistema de by-pass.

La válvula esférica está compuesta por los siguientes elementos como se muestra en la figura 3.18 y se describen a continuación:

Cuerpo exterior: La válvula esférica tiene un cuerpo de acero inoxidable Al C. ASTM a 216 WCB o ASTM a 105 embridado para la unión a la tubería y a la turbina, con pies de apoyo fijado en una base de hormigón armado por medio de pernos y planchas de anclaje.

[17]Autores de tesis. Imagen captada en Bodega. Central Hidroeléctrica Ocaña.

El acople con la tubería del distribuidor es por medio de una brida fija y con el caracol, es a través de una brida deslizable.

Servomotor: El servomotor es un motor asíncrono que controla una válvula proporcional mediante aceite a presión, el cual permite acoplar el encoder (indicador de posición de la válvula esférica).

Su carrera produce un giro de 90° en el rotor de la válvula esférica. La función del servomotor es el proceso de apertura o cierre de la válvula esférica.

Válvula By-Pass: Es una válvula de accionamiento, el cual nos permite conectar el distribuidor con el caracol con la finalidad de igualar las presiones de la tubería aguas arriba con respecto a la de aguas abajo de la válvula esférica, para poder arrancar la turbina.

Sellos de servicio y mantenimiento: Los sellos están construidos de acero inoxidable 13% Cr. Los cuales son como tapones que impiden algún tipo de fuga por el obturador de la válvula esférica, es decir garantizan la estanqueidad de la válvula.

Distribuidor de seguridad: Son válvulas de alivio de presión, las cuales liberan el fluido cuando se supera un límite establecido. Estas válvulas son llamadas válvulas de alivio de presión.

Contrapeso: Los contrapesos serán de chapas de acero de manera que permitan un cierreseguro bajo todas las condiciones de operación normal y de emergencia.

En caso de retroceso del flujo en contra del sentido normal de trabajo, este es detectado mediante un presostato que manda una señal a la válvula que controla el actuador hidráulico y este gracias al contrapeso cierra en pocos segundos evitando que el fluido alcance la turbina/bomba y la dañe.

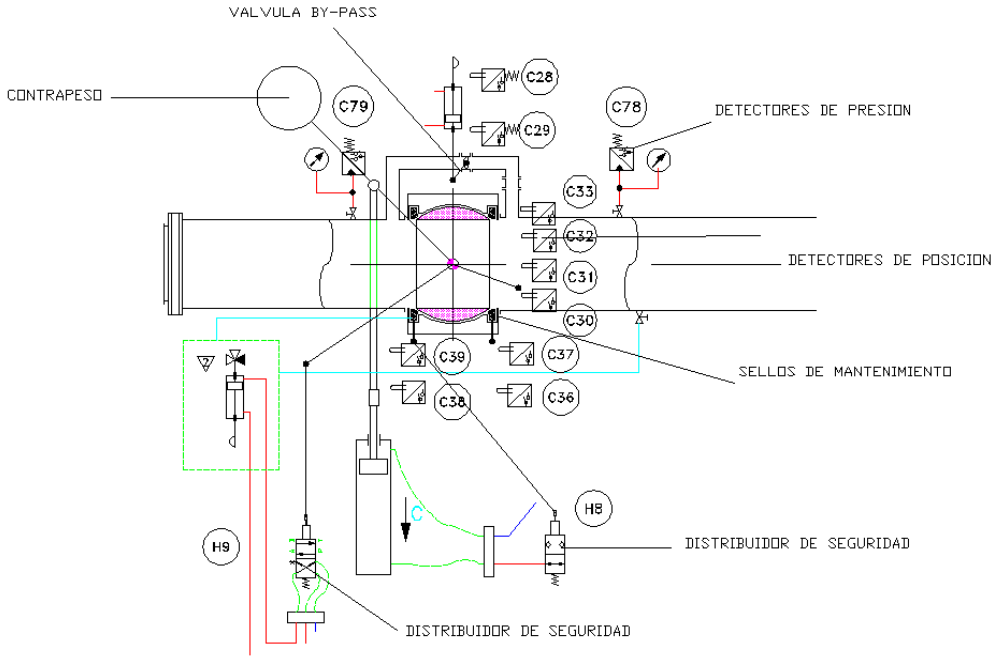


Figura No. 3.18. Esquema de la Válvula Esférica.[18]

La nomenclatura utilizada en la gráfica es la siguiente:

C28: Contacto By-pass abierto.

C29: Contacto By-pass cerrado.

C30: Contacto válvula esférica abierta.

C31: Contacto cierre parcial (alarma).

C32: Contacto cierre parcial (disparo).

C33: Contacto válvula esférica cerrada.

C36: Contacto sellos aguas arriba aplicados.

C37: Contacto sellos aguas arriba desaplicados.

C38: Contacto sellos aguas abajo aplicados.

C39: Contacto sellos aguas abajo desaplicados.

C78: Detector de presión aguas arriba.

C79: Detector de presión aguas abajo.

H8-H9: Distribuidor de seguridad

[18]Autores de tesis.

3.5.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.19, en donde la condición principal es que la válvula esférica este cerrada, para lo cual se considera lo siguiente:

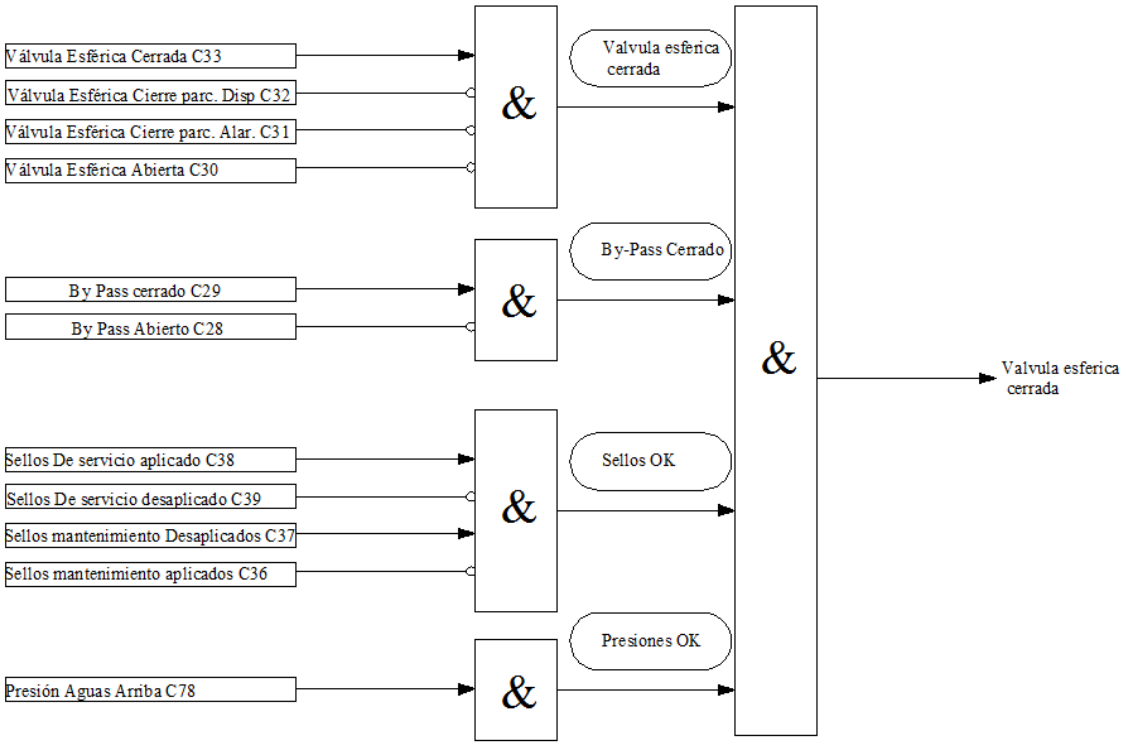


Figura No. 3.19.Lógica del Sistema Válvula Esférica.[19]

1. Válvula cerrada: La válvula esférica tiene cuatro posiciones en los cuales mediante detectores de posición (encoder) se revisa que el contacto C33 (válvula esférica cerrada) esté activa, mientras los otros contactos (C32-C31-C30) estén desactivados.

[19] Autores de tesis.

2. **By-Pass cerrado:**Esta válvula tiene dos posiciones las cuales indican si la válvula by-pass está cerrada (contacto C28) o abierta (contacto C29).

3. **Sellos OK:**La válvula al tener sellos de servicio y sellos de mantenimiento se tiene 4 contactos (C36-C37-C38-C39), los cuales nos indican la posición de los sellos, de los cuales los contactos C38 (sellos de servicio aplicado) y C37 (Sellos de mantenimiento aplicado) deben estar activos.

4. **Presión OK:** Se deben igualar las presiones tanto aguas arriba como aguas abajo de la válvula esférica por medio de la válvula by-pass, estas presiones se miden con los detectores de posición C78.

3.5.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#–VG----------Válvula de guarda (esférica).

U0# -VE-EQ----------Equipo en general.
U0# -VE-SE----------Sellos.
U0# -VE-TV----------Tuberias, valvulas y accesorios.
U0# -VE-TL----------Tablero de control.
U0# -VE-IN----------Instrumentacion.

3.5.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA VÁLVULA ESFÉRICA.

Para el mantenimiento preventivo de la válvula esférica se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada uno de los elementos; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento preventivo Bimestral

VE-EG---------- Válvula de Guarda – equipo en general.

1. Engrase de válvula esférica
2. Limpieza de filtros.
3. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo.

Actividades de mantenimiento semestral:

VE-EG---------- Válvula de Guarda – equipo en general.

1. Engrase válvula esférica
2. Limpieza interna del decantador y filtros
3. Limpieza interna de cámaras del servomotor

4. Evaluar fugas de agua de sellos del servomotor.

VE-SE---------- Válvula de Guarda – Sellos.

1. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba
2. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas abajo
3. Control estanqueidad de sello metal-metal, cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo.
4. Verificación del estado de sello metal-metal aguas abajo.
5. Control estanqueidad.

Actividades de mantenimiento preventivo anual:

VE-EG---------- Válvula de Guarda – equipo en general.

1. Engrase válvula esférica
2. Limpieza interna del decantador y filtros dúplex
3. Limpieza interna de cámaras del servomotor
4. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor.
5. Limpieza inspección y/o pintura de válvula esférica.

VE-SE---------- Válvula de Guarda – Sellos.

1. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba
2. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas abajo.
3. Control estanqueidad de sello metal-metal, cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba – abajo.
4. Control de estanqueidad de válvula.
5. Verificación del estado de sello metal - metal aguas abajo.

VE-AC---------- Válvula de Guarda – Tuberías, válvulas y accesorios.

1. Verificación de tiempos de operación de válvulas auxiliares.
2. Verificación del ajuste de pernos en bridas y uniones de tuberías de agua y aceite de control de válvula esférica.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento preventivas Semestral

VE-TC---------- Válvula de Guarda –Tablero de control

1. Limpieza general interna del tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.

Actividades de mantenimiento preventivas anuales

VE-IN---------- Válvula de Guarda – Instrumentación

1. Limpieza, inspección y lubricación de detectores de posición.

VE-TC---------- Válvula de Guarda –tablero de control.

1. Limpieza general interna del tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.
4. Verificación del aislamiento del solenoide.
5. Ajuste de conexiones y puestas a tierra.

3.6 SUBSISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO (SAE).

3.6.1 DESCRIPCIÓN.

Su función es reducir y mantener la temperatura dentro del rango aceptablede trabajo de los componentes de la unidad generadora, tales como los cojinetesy el tanque colector de aceite en los cuales interiormente existe una tuberíaintercambiadora de calor; y los bobinados y chapas del estator que sonrefrigerados por medio de 4 radiadores que enfrían el aire circundante de la unidad turbina - generador.

Para el control de la temperatura producida por el rozamiento de elementos en movimiento se dispone de un sistema de refrigeración por medio de agua a través de un sistema de bombas y más dispositivos necesarios, para ello el sistema de agua de enfriamiento inicia su proceso mediante la captación del agua en un tanque elevado, como se indica la figura 3.20, el cual está ubicado al final del túnel de conducción, a una altura de 140 metros con respecto a la casa de máquinas.

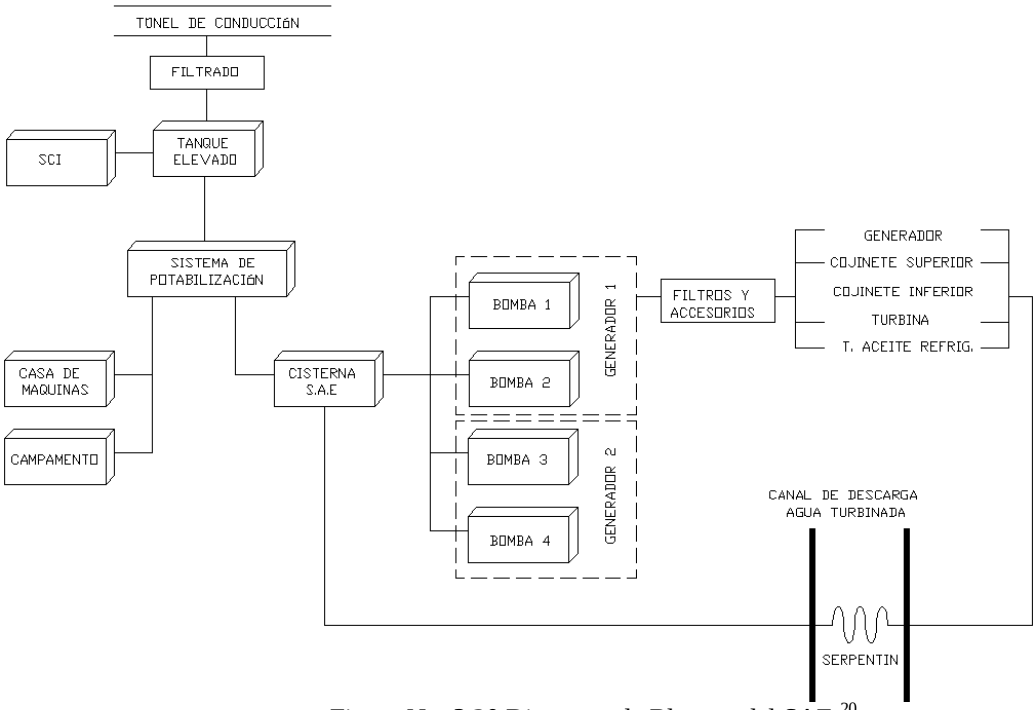


Figura No. 3.20.Diagrama de Bloques del SAE.[20]

[20]Autores de tesis.

Una vez captado el agua, esta será conducida hasta el sistema de potabilización, el cual entregará agua limpia para la casa de máquinas y campamento, a su vez esta agua se aprovecha y se lo transporta mediante gravedad hasta una cisterna ubicada junto a la casa de máquinas.

Para el ingreso del agua a la cisterna se tiene una válvula solenoide, la cual nos permite controlar el caudal de agua al ingreso de la cisterna.

El nivel de agua se lo controla mediante un PLC ubicado en la casa de máquinas, el cual mediante un sensor ultrasónico (Hidromanager 200) mide la diferencia de nivel en la cisterna, este sensor maneja cuatro niveles las cuales nos van a permitir sacar de servicio a las bombas:

1. Nivel Normal.
2. Nivel de Reposición.
3. Nivel de Alarma.
4. Nivel de Paro.

Una vez obtenido el volumen requerido en la cisterna, se procede al bombeo del agua hasta las unidades de generación para su respectivo enfriamiento. Para el bombeo se tiene cuatro bombas, las cuales se van a dividir en dos para la unidad de generación 1 y dos para la unidad de generación 2.

El circuito de agua de enfriamiento consta de flujometros que son los encargados de verificar la cantidad de agua necesaria para cada sistema, son dispositivos que funcionan electrónicamente con sensores en cada una de las tuberías de alimentación de agua.

Además se tienen válvulas tipo mariposa o válvula direccional: Estas válvulas aseguran el no retorno del agua cuando el sistema está parado.

Otra parte principal del circuito de refrigeración son los filtro dúplex: Para el buen funcionamiento de estos filtros se debe considerar que se tenga un agua relativamente limpia, ya que esta debe circular por los intercambiadores de calor de los cojinetes; también pueden trabajar alternadamente gracias al accionamiento de una válvula selectora doble, así mientras un filtro trabaja el otro puede ser intervenido para los fines de limpieza y mantenimiento.

Para el arranque de las bombas habrá un sistema de succión del vacío en las tuberías, controladas por un manómetro (mide la presión del agua en ese punto).

Se medirán básicamente temperaturas y presiones en las entradas y salidas de los intercambiadores.

3.6.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.21, en donde la condición principal es el de tener un nivel óptimo de agua en el tanque, para lo cual se considera lo siguiente:

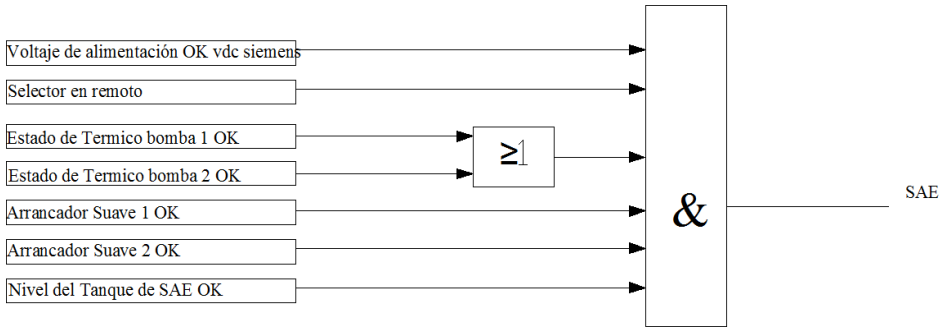


Figura No. 3.21.Lógica del Sistema de Agua de enfriamiento.[21]

[21] Autores de tesis.

1. El sistema de alimentación este activo, y el selector esté en modo remoto.
2. El estado del térmico de las bombas 1 y 2 estén activas.
3. Arrancador Suave de la bomba 1 y 2 estén activas.
4. El nivel de agua en el tanque esté OK

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

Además se han realizado lógicas de funcionamiento para el arranque de las bombas 1 y 2, las cuales mantendrán al sistema de agua de enfriamiento activo.

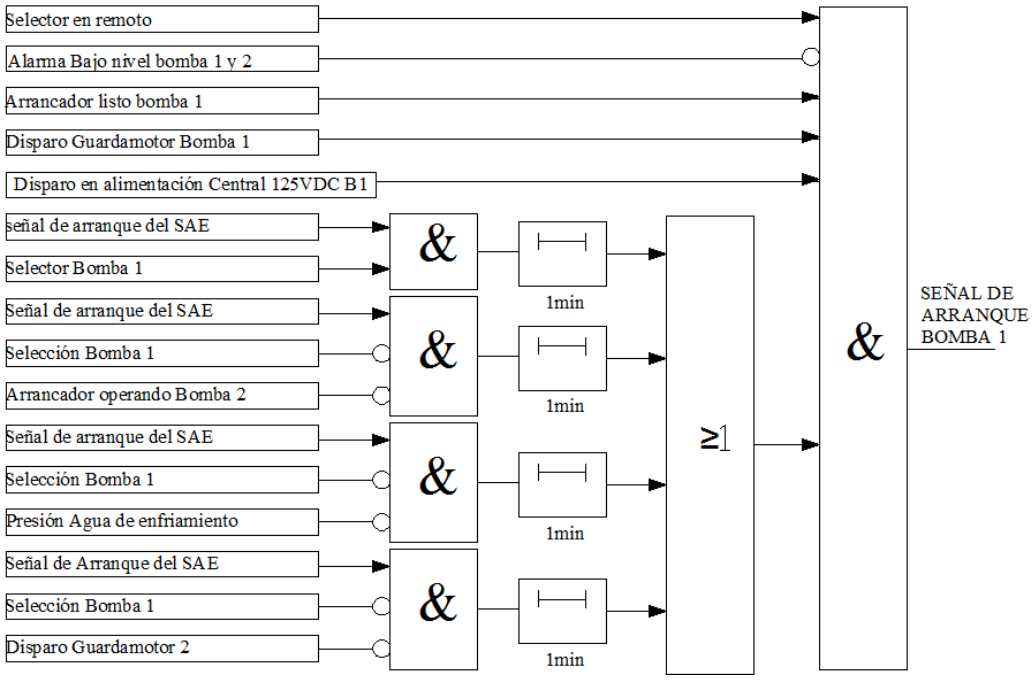


Figura No. 3.22.Lógica de la señal de arranque de la bomba 1.[22]

Para el sistema de agua de enfriamiento al tener dos grupos motobomba para cada unidad de generación es necesario que siempre esté funcionando un grupo, manteniendo así la continuidad de la provisión del agua para el enfriamiento de los equipos.

[22]Fuente: Autores de tesis.

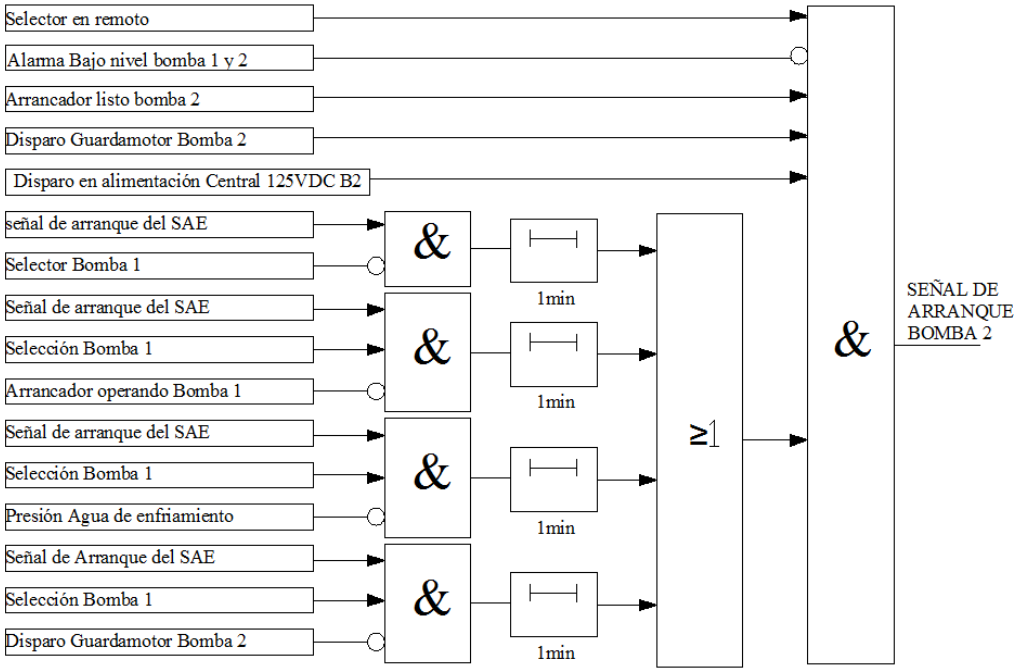


Figura No. 3.23.Lógica de la señal de arranque de la bomba 2.[23]

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

3.6.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo **(#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

[23] Autores de tesis.

U0#-AE---------- Agua de enfriamiento

U0#-AE-TV----------Tuberías, válvulas y accesorios
U0#-AE-BO----------Bombas
U0#-AE-EQ----------Equipo en general
U0#-AE-CI----------Cisterna
U0#-AE-TC----------Tablero de Control

3.6.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

Para el mantenimiento preventivo del sistema de agua de enfriamiento se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada una de los equipos; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos de los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento bimestral:

AE-TV----------Agua de enfriamiento-Tuberías, válvulas y accesorios.

1. Limpieza de Filtros Dúplex.
2. Revisión y Limpieza de sensores de Flujo de agua.

Actividades de mantenimiento trimestral:

AE-BO----------Agua de enfriamiento-Bombas.

1. Análisis de rodamientos.
2. Control de vibraciones.

AE-EQ----------Agua de enfriamiento-Equipo en general.

1. Engrase de los puntos de lubricación.

AE-CI----------Agua de enfriamiento-Cisterna

1. Limpieza de cisterna y rejillas de la toma de agua.

AE-TV----------Agua de enfriamiento-Tuberías, válvulas y accesorios.

1. Limpieza de Filtros Dúplex.
2. Limpieza de Sensores de Flujo.

Actividades de mantenimiento trimestral:

AE-BO----------Agua de enfriamiento-Bombas.

1. Análisis de rodamientos.
2. Control de vibraciones.
3. Verificación de ajuste de pernos de anclaje.
4. Cambio de cordón grafitado.
5. Revisión y/o cambio de grasa de rodamientos.
6. Revisión de buje principal de bombas.
7. Control de rendimiento.

AE-EQ----------Agua de enfriamiento-Equipo en general.

1. Engrase de los puntos de lubricación.

AE-CI----------Agua de enfriamiento-Cisterna

1. Limpieza de cisterna y rejillas de la toma de agua.

AE-TV----------Agua de enfriamiento-Tuberías, válvulas y accesorios.

1. Limpieza de Filtros Dúplex.
2. Revisión y limpieza de válvula selectora.
3. Revisión y Limpieza de Sensores de Flujo.
4. Control de funcionamiento válvulas tipo mariposa.
5. Inspección de las válvulas tipo check y compuerta.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento Bimestral

AE-TC----------Agua de enfriamiento-Tablero de Control.

1. Limpieza de General interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Ajuste de conexiones en borneras.
3. Verificación de estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.

Actividades de mantenimiento Anual:

AE-TC----------Agua de enfriamiento-Tablero de Control.

1. Limpieza de General interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Limpieza e inspección de contactos principales de los contactores.
3. Verificación y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
4. Verificación de la operación de la protección de los motores (térmicos).
5. Medición de aislamiento térmico de los motores.
6. Verificación de arranque y régimen de los motores.
7. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.
8. Análisis termográfico de contactos.

3.7 SUBSISTEMA OLEOHIDRÁULICO.

3.7.1 DESCRIPCIÓN.

La principal función del sistema oleohidráulico es la de proveer aceite a presión al circuito de regulación, manteniendo la presión y el nivel dentro de ciertos parámetros pre establecidos pese a cualquier variación de carga que se produzca.

El aceite del sistema oleo será de la marca TOTAL del tipo TOTAL PRESILIA (ISO VG 68), el cual tendrá las siguientes características:

- Viscosidad 40°C…….68Cst
- Índice de viscosidad……...95
- Inflamabilidad……215°C
- Congelación …….-9°C

El sistema oleohidráulico nos genera la presión necesaria para accionar las agujas, deflectores, válvula esférica y la protección de sobre velocidad.

El sistema oleohidráulico dispondrá de un sistema generador de aceite a presión, el cual mediante dos grupos motobombas absorberá el aceite y lo entregará a una alta presión al sistema, el generador de presión tendrá un filtro doble conmutable, garantizando así la limpieza del aceite de mando. La gestión de los grupos motobombas de regulación será realizada por los presostátos C42 (contacto arranque bomba auxiliar) y C43 (contacto de presión normal restablecida).

Al momento de la puesta en marcha de los grupos motobomba M1 y M2, se debe tener un caudal suficiente para el llenado del acumulador en un tiempo mínimo.

Para mantener la presión en el sistema se dispone de un sistema de acumulación de presión compuesto por una válvula dosificadora de presión y un acumulador nitrógeno-aceite.

Una vez establecido la presión en la tubería (C40 - contacto presión de aceite normal), un grupo motobomba se para, quedando como grupo de reserva. El otro grupo sigue funcionando como grupo principal mientras la turbina esté en servicio.

En el momento en que se tiene la presión requerida en las tuberías, este aceite a presión se dirigirá hacia un conjunto de accionadores electro-hidráulicos de la turbina y la válvula.

Para condiciones normales de operación se tienen 4 electrodistribuidores que serán de acción proporcional que servirán para el mando de los inyectores, permitiendo un mando analógico más fino de la posición de los mismos, para los deflectores se tienen 4 electrodistribuidores de acción proporcional y cierre de seguridad para el mando de los deflectores de los chorros de los inyectores y 4 electrodistribuidores de acción discontinua para el mando de la válvula mariposa de guardia, de la válvula de by-pass y de la válvula de cierre de la estanqueidad de dicha válvula de guardia.

En caso de emergencia de desconexión del grupo generador a la red o en caso de sobrevelocidad, hay 4 electroválvulas de seguridad, las cuales comandarán a los deflectores para inmediatamente cerrarlos, así realizar el paro normal del grupo para luego restablecerla.

El aceite de drenaje de las diferentes válvulas, retorna a un tanque sin presión, el mismo que tiene un serpentín de enfriamiento y filtros antes de la toma de las bombas.

En el diagrama de bloques de la figura 3.24 se describe la generación y el proceso de la inyección de aceite del sistema oleohidráulico.

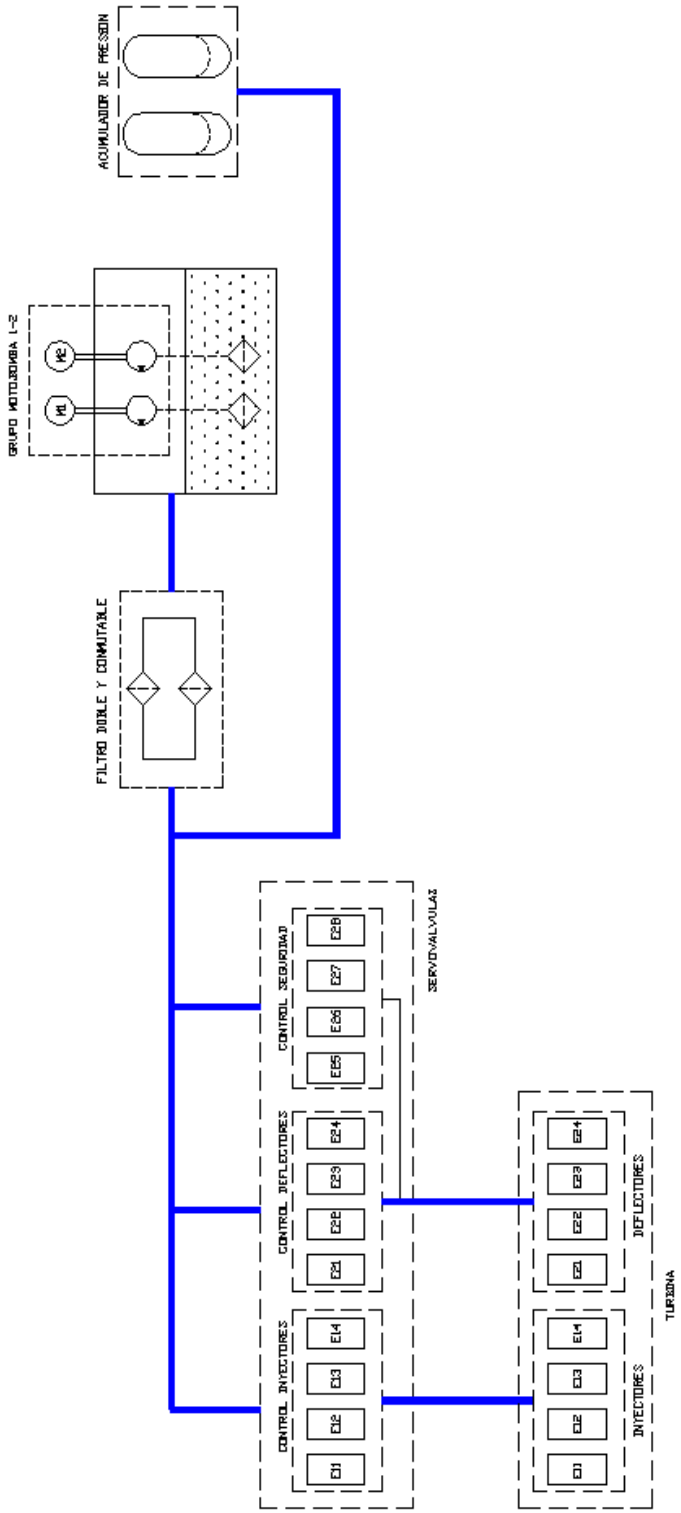


Figura No. 3.24.Diagrama de bloques del Sistema Oleo.[24]

[24] Autores de tesis.

3.7.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.26, en donde la condición principal es controlar los niveles y temperaturas del aceite en el depósito, para lo cual se considera lo siguiente:

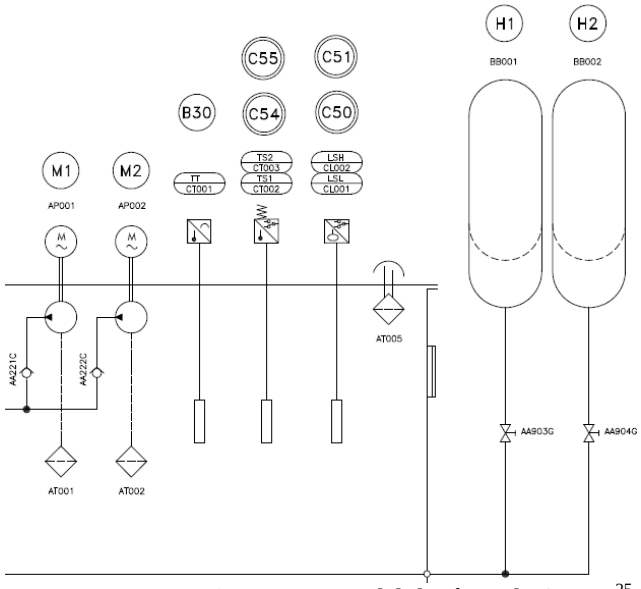


Figura No. 3.25.Esquema del depósito de Aceite.[25]

En la gráfica 3.25 se tiene los distintos elementos de control y generación de aceite a presión, para lo cual se utilizó la siguiente nomenclatura:

M1-2: Grupo Motobomba 1-2

B30: Sensor de temperatura del aceite del deposito

C50: Contacto de nivel bajo de aceite

C51: Contacto de nivel muy bajo de aceite

C54: Contacto de temperatura alta del aceite

C55: Contacto de temperatura muy alta del aceite

H1-H2:Acumulador 1-2.

[25]Documento: Sistema de regulación. Plano HEIOCA20MEUFA001

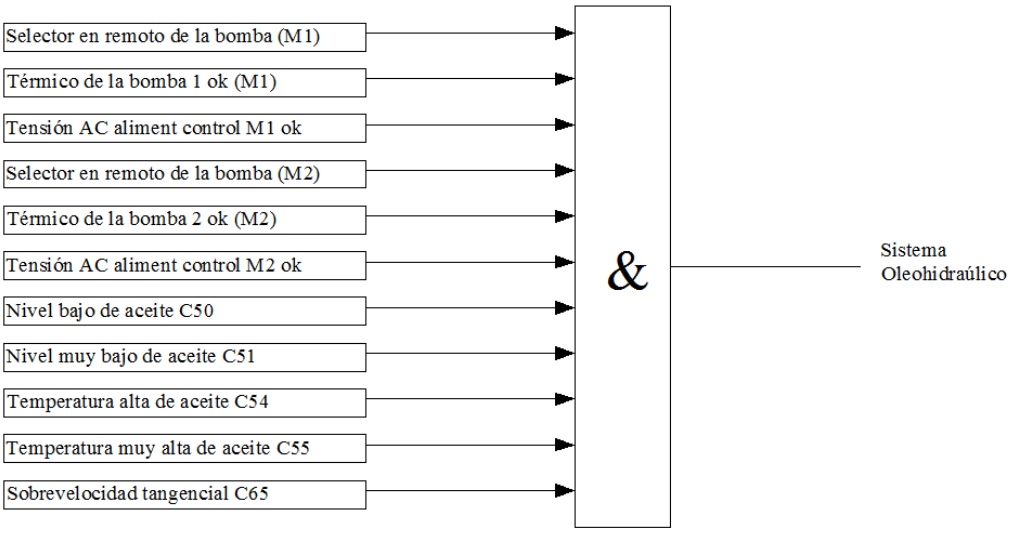


Figura No. 3.26.Lógica del Sistema Oleo.[26]

1. Los grupos motobomba 1-2 estén en modo remoto en la caja de conexiones del depósito.
2. Estado de los térmicos de los grupos motobomba 1-2 estén OK.
3. El control de los grupos motobomba estén alimentados con Corriente Alterna.
4. Contacto de nivel bajo y muy bajo de acetite (C50-C51) y contacto de Temperatura alta y muy alta de aceite (C54-C55) en el tanque de aceite estén en estado OK.
5. La sobrevelocidad de la turbina esté OK por medio del contacto detector de sobrevelocidad tangencial C65.

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

En el anexo 3 se describe el esquema de funcionamiento del sistema de regulación de la turbina Pelton.

[26]Autores de tesis.

3.7.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-GO---------- Grupo Oleohidráulico

U0#-AE-TV----------Tuberías, válvulas y accesorios.
U0#-AE-TV----------Tanque y Cuba.
U0#-AE-MO----------Motobomba.
U0#-AE-AE----------Circuito de agua de enfriamiento
U0#-AE-TC----------Tablero de Control

3.7.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SISTEMA OLEOHIDRÁULICO.

Para el mantenimiento preventivo del Sistema Oleohidráulico se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada uno de los equipos, en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento semanal:

GO-TV----------Grupo oleo-Tuberías, válvulas y accesorios

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Verificar las uniones y juntas de las tuberías.
4. Asegurarse que todas las presiones leídas en los manómetros de los circuitos de aceite correspondan a las anotadas en el momento de puesta en marcha.

Actividades de mantenimiento mensual:

GO-TV----------Grupo oleo-Tuberías, válvulas y accesorios

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Verificar las uniones y juntas de las tuberías.
4. Asegurarse que todas las presiones leídas en los manómetros de los circuitos de aceite correspondan a las anotadas en el momento de puesta en marcha.
5. Verificar el buen funcionamiento de todos los detectores y aparatos de control para cerciorarse de su perfecto estado de funcionamiento.
6. Limpiar filtros en la impulsión de las motobombas del depósito de aceite.

Actividades de mantenimiento bimestral:

GO-TQ----------Grupo oleo-Tanque y Cuba

1. Limpieza general del equipo.
2. Limpieza de Filtros de aspiración de las motobombas del depósito de aceite.
3. Limpieza de Filtros secundarios.

GO-TV----------Grupo oleo-Tuberías, válvulas y accesorios

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.

Actividades de mantenimiento Semestral:

GO-MO----------Grupo oleo-Motobomba.

1. Análisis de rodamientos

GO-TQ----------Grupo oleo-Tanque y Cuba

1. Control de nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema.
2. Limpieza de Filtros Principales.
3. Limpieza de Filtros secundarios.
4. Limpieza general del equipo.

GO-TV----------Grupo oleo-Tuberías, válvulas y accesorios

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite

Actividades de mantenimiento Anual:

GO-AE----------Grupo oleo-Agua de enfriamiento

1. Limpieza del intercambiador de calor.

GO-MO----------Grupo oleo-Motobombas.

1. Análisis de rodamientos.

GO-TQ----------Grupo oleo-Tanque y Cuba

1. Control de nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema.
2. Limpieza de Filtros Principales.
3. Limpieza de Filtros secundarios.
4. Verificar el depósito de regulación y limpiar todos los elementos y circuitos.
5. Efectuar nuevamente el llenado con una carga de aceite nueva o en su defecto, por el mismo aceite, pero muy cuidadosamente regenerado.

GO-TV----------Grupo oleo-Tuberías, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Limpieza y calibración de válvulas.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento semestral:

GO-TC----------Grupo oleo-Tablero de control.

1. Limpieza interna de los tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.

Actividades de mantenimiento anual:

GO-TC----------Grupo oleo-Tablero de control.

1. Limpieza general interna de los tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Limpieza e inspección de contactos de los contactores.
4. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.
5. Verificación del aislamiento de los solenoides.
6. Verificación de la operación de las protecciones de los motores.
7. Medición del aislamiento eléctrico de los motores.
8. Verificación de parámetros de arranque y régimen de los motores.
9. Ajuste general de conexiones y puestas a tierra.
10. Análisis termográfico.

3.8 SUBSISTEMA DE REGULACIÓN.

3.8.1 DESCRIPCIÓN.

La regulación es un proceso, según el cual se mantiene un parámetro dentro de un rango de funcionamiento pre-establecido y de acuerdo a las conveniencias operativas de un sistema.

Existen diferentes tipos de parámetros que pueden ser controlados o regulados, entre los cuales está la temperatura, velocidad, posición, voltaje, caudal, etc.

La turbina será operada por medio de un sistema de aceite a presión controlada por un regulador electrónico digital de velocidad ALSTOMT-SLG.Cuando el grupo arranca el control puede ser realizado manualmente desde el panel de control o automáticamente, mientras que en la parada de emergencia, debido a un daño mecánico en la unidad, será automática y ordenada por los dispositivos de protección de esta.

Regulador de velocidad ALSTOMT-SLG.- El regulador de velocidad T-SLG (Turbine-Speed-Load-Governador) realiza la regulación de la carga y las funciones reguladoras, es decir controlan los actuadores electrohidráulicos que permiten el control de la turbina hidráulica.

Las interfaces que controla el equipo son:

- La posición del disyuntor de grupo.
- Las ordenes de acoplamiento.
- Señales de los sensores y señales de control del actuador.
- Medidas directas como son la frecuencia de grupo, frecuencia de la red, posiciones de los servomotores de distribución.
- Potencia.
- Nivel de agua (aguas arriba y aguas abajo).

El T-SLG está compuesta por dos equipos principales:

1. UPC (Unidad Central): Es la encargada de regular la velocidad y el control de carga/frecuencia, generando consignas para el actuador.

2. SPC (Regulador de posición): Este regula la posición del servomotor, mediante una consigna de retroalimentación de posición del servomotor.

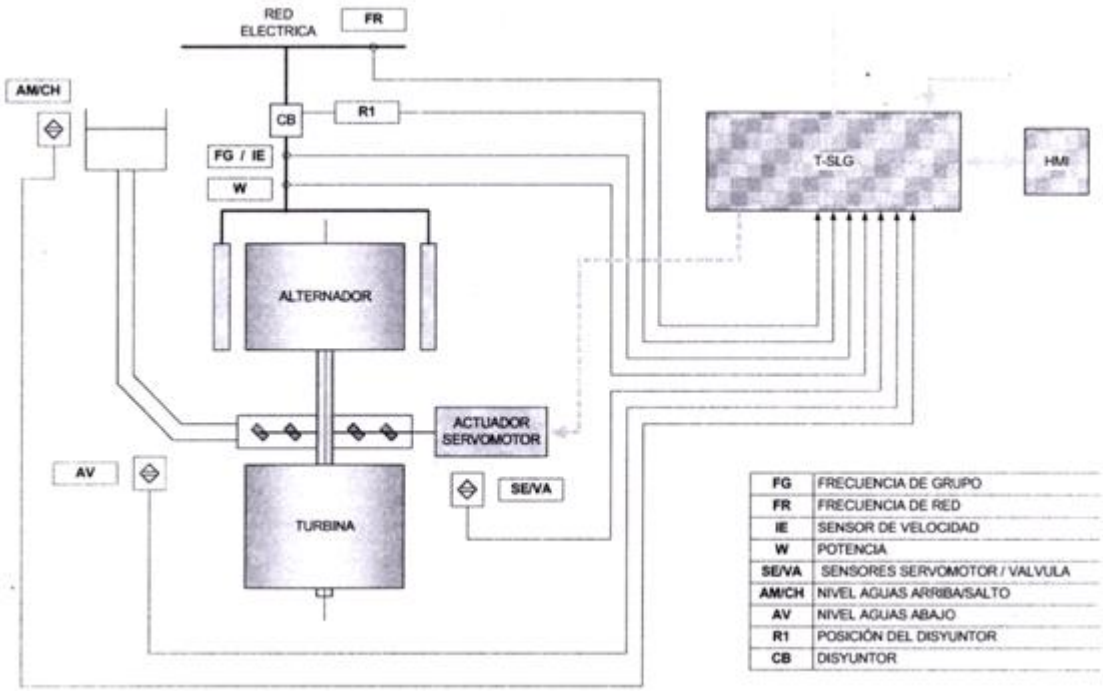


Figura No. 3.27.Esquema de Control T-SLG.[27]

Regulación de velocidad.- A partir de la diferencia entre la consigna y la medida de velocidad, el equipo deALSTOM-T-SLGelabora la consigna de posición de los órganos reguladores.

- **La medida de velocidad:** al ser la función esencial del regulador el ajuste de la frecuencia de la unidad generadora, la medida de velocidad se realiza procesando

[27]Documento, ALSTOM Power Hydro. FILE: R6332T1-10-004.A.do

esta señal. Esta se toma del secundario de un transformador para la medida de potencia del Grupo, o bien a través de rueda dentada.

- **La consigna de velocidad:** la referencia interna de la consigna de velocidad se ajusta al valor correspondiente a la velocidad nominal. El consignador carga/frecuencia permite ajustar esta consigna a la velocidad nominal.

Posicionador.- A partir de la diferencia entre la consigna de posición dada por el sistema de regulación de velocidad y la medida de posición del servomotor del órgano regulador, un corrector-amplificador elabora la corriente de mando del accionador electro-hidráulico.

La alimentación al servomotor de mando de cada órgano regulador se hace por medio de una cadena hidráulica compuesta de:

- Un accionador electrohidráulico.
- Un captador de posición o transductor.

El regulador T-SLG tiene como ventajas la seguridad de cierre, de inyectores y deflectores y un corto tiempo de respuesta para obtener una regulación de velocidad.

La información de posición necesaria para el lazo de retroalimentación se obtiene mediante captadores magneto-restrictivos, situados junto al accionamiento del órgano regulador (inyectores o deflectores).

Control carga/frecuencia.- El control de carga y frecuencia de grupo se efectúa después de la secuencia de arranque normal cuando la turbina está conectada a la red es decir el disyuntor está cerrado.

El objetivo es el de controlar la potencia del grupo en una red interconectada, contribuyendo a su vez a la regulación de la frecuencia de grupo.

Para la sincronización con la red en el momento del arranque de la turbina, es decir sin carga, el objetivo principal del regulador de velocidad es hacer que la turbina alcance su frecuencia nominal para el acoplamiento a la red.

El regulador al tener un sistema de repartición de chorros, permite adaptar el número de inyectores en operación en función de las secuencias de control de la turbina, permaneciendo uno activo durante toda la secuencia de control, el cual se define como inyector piloto.

El control de los inyectores, en la fase de arranque (velocidad por debajo del umbral), la consigna se distribuye entre los inyectores disponibles para un arranque rápido de la turbina.

3.8.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.28, en donde el regulador de velocidad al ser un equipo electrónico, la condición principal es controlar las comunicacionescon los inyectores y deflectores, obteniendo así una regulación estable del sistema, para lo cual se considera lo siguiente:

1. T-SLG esté en modo automático-remoto, es decir que el contacto R300-A y R300-M estén desactivados.
2. T-ADT esté sin fallos, considerando un fallo mayor (contacto R129) esté activo en 1, y un fallo menor (contacto RD129) esté activo en cero.
3. Tener comunicación OK con el regulador vía Modbus.
4. Debido a que el regulador puede funcionar bajo 2 consignas: Carga/Frecuencia y Limitador de Apertura, fijar estas consignas en un valor de cero.
5. Inyectores y Deflectores estén cerrados.

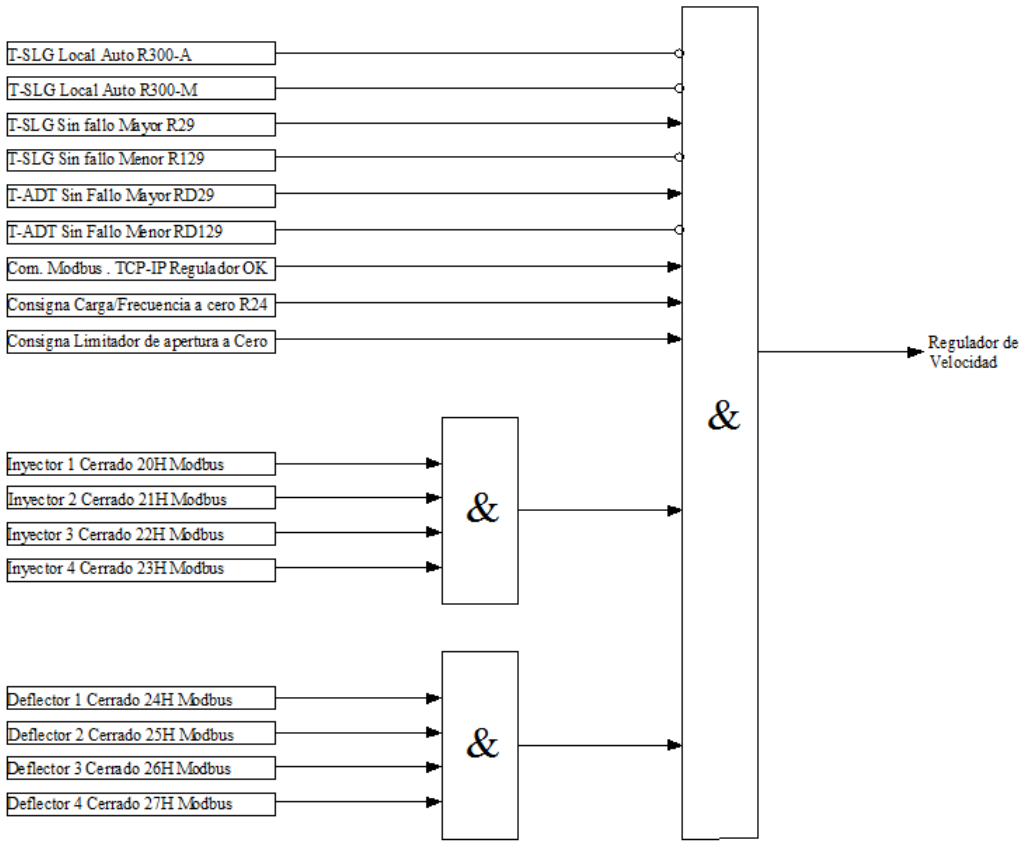


Figura No. 3.28.Lógica del Sistema Regulador.[28]

La nomenclatura utilizada en la lógica de la figura 3.28 es la siguiente:

R300-A:	Control local auto activado.
R300-M:	Control local manual activado.
R29:	T-SLG en funcionamiento (lo contrario de un fallo mayor)
R129:	Fallo menor presente.
RD29:	T-ADT en funcionamiento (lo contrario de un fallo mayor)
RD129:	Fallo menor presente.
R24:	Consigna de carga-frecuencia a cero.

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

[28] Autores de tesis.

3.8.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-RV---------- Regulador de velocidad

U0#-RV-RE----------Regulador T-SLG.

3.8.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA EL REGULADOR DE VELOCIDAD.

Para el mantenimiento preventivo del Regulador de velocidad T-SLG se propuso realizar un mantenimiento bimestral, debido a que es un equipo electrónico.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento preventivo Bimestral

RV-RE---------- Regulador de velocidad – T-SLG.

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del funcionamiento del sistema anti condensación.

3.9 SUBSISTEMA DE FRENADO Y ELEVACIÓN DEL ROTOR.

3.9.1 DESCRIPCIÓN.

Sistema de frenado: Este sistema nos ayuda a frenar el generador cuando se produce una parada programada o de emergencia en el menor tiempo posible, evitando la rotación permanente del eje del generador.

La operaciónde los gatos de frenado se produce cuando la velocidad de rotación desciende del20% de su velocidad nominal, momento en que los gatos de frenado se friccionancon la pista de frenado.

El sistema de frenado consta de cuatro cilindros (gatas hidráulicas) accionadas por aire comprimido, suministrado por compresores los cuales actúan sobre los discos de frenado acopladosen la parte inferior del rotor.

Los cuatro cilindros de frenado irán montados sobre la cruceta o viga inferior, distribuidos simétricamente para actuar sobre el disco de frenado.

Las zapatas de fricción son placas de acero laminado, revestidas de ferodo de gran resistencia al desgaste y fácilmente recambiables.

Sistema de elevación: se encarga de levantar al eje principal de launidad generadora, para que se produzca la película de aceite lubricante entre laspartes móviles y fijas, y de esa forma permitir el movimiento rotativo de la unidad, además nosayuda para realizar el mantenimiento del rotor, y son accionadas con aceite los cuales actúan sobre las gatas para levantar el rotor con el eje.

3.9.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.29, en donde la condición principal es verificar que el eje del generador no este frenado, para lo cual se considera lo siguiente:

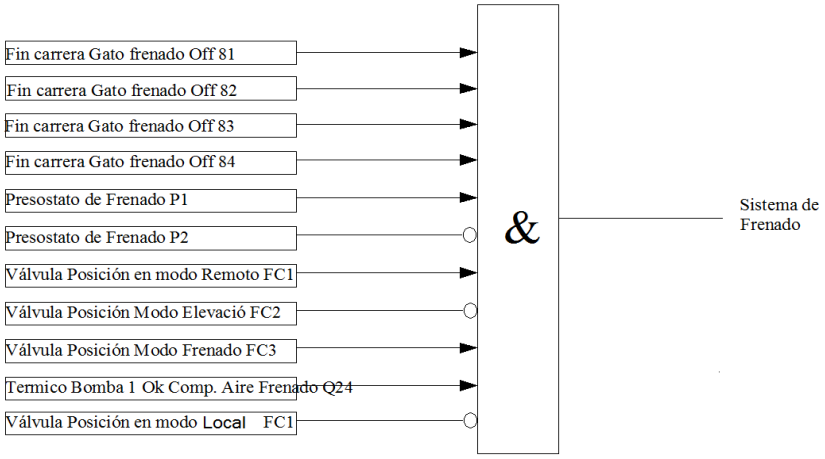


Figura No. 3.29.Lógica del Sistema de Frenado.[29]

1. Los 4 cilindros o gatas hidráulicas estén en posición off, es decir no estén frenando al eje.
2. Los presostátos P1 y P2estén activados.
3. La válvula de posición esté en modo remoto.
4. La válvula de posición modo elevación esté activo.
5. El térmico de la bomba 1 del comprensor de aire frenado esté activo.

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

En el anexo 4 se describe el esquema de funcionamiento del sistema de elevación y frenos.

[29] Autores de tesis.

3.9.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-EF---------- Elevación y Frenos

U0#-EF-TV----------Tuberías, válvulas y accesorios.
U0#-EF-TQ----------Tanque y Cuba.
U0#-EF-GR----------Gato y recinto.
U0#-EF-AE----------Bomba.
U0#-EF-TL----------Tablero de Control.

3.9.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SISTEMA DE ELEVACIÓN Y FRENOS

Para el mantenimiento preventivo del sistema de elevación y frenos se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada uno de los equipos, en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento semanal:

EF-TV---------- Elevación y Frenos –Tuberias, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Verificar las uniones y juntas de las tuberías.
4. Asegurarse que todas las presiones leídas en los manómetros de los circuitos de aceite correspondan a las anotadas en el momento de puesta en marcha.

Actividades de mantenimiento mensual:

EF-TV---------- Elevación y Frenos – Tuberias, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Verificar las uniones y juntas de las tuberías.
4. Asegurarse que todas las presiones leídas en los manómetros de los circuitos de aceite correspondan a las anotadas en el momento de puesta en marcha.
5. Verificar el buen funcionamiento de todos los detectores y aparatos de control para cerciorarse de su perfecto estado de funcionamiento.
6. Limpiar filtros en la impulsión de las motobombas del depósito de aceite.

Actividades de mantenimiento bimestral:

EF-TQ---------- Elevación y Frenos -Tanque y Cuba.

1. Limpieza general del equipo.

2. Limpieza de Filtros de aspiración de la motobomba del depósito de aceite.
3. Limpieza de Filtros secundarios.

EF-TV---------- Elevación y Frenos – Tuberias, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.

EF-GR---------- Elevación y Frenos – gatos y recinto.

1. Revisión general del sistema.
2. Limpieza del recinto.
3. Medición de zapatas.

Actividades de mantenimiento Semestral:

EF-MO---------- Elevación y Frenos -Bomba.

1. Análisis de rodamientos.

EF-TQ---------- Elevación y Frenos -Tanque y Cuba.

1. Control de nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema.
2. Limpieza de Filtros Principales.
3. Limpieza de Filtros secundarios.
4. Limpieza general del equipo.

EF-TV---------- Elevación y Frenos – Tuberias, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite

EF-GR---------- Elevación y Frenos – gatos y recinto.

1. Revisión general del sistema.
2. Limpieza del recinto
3. Medición de zapatas de los gatos.

4. Lubricación de retenes de los gatos.
5. Verificar ajuste de pernos de anclaje de los gatos.

Actividades de mantenimiento Anual:

EF-MO---------- Elevación y Frenos -Bomba.

1. Análisis de rodamientos.

EF-TQ---------- Elevación y Frenos -Tanque y Cuba.

1. Control de nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema.
2. Limpieza de Filtros Principales.
3. Limpieza de Filtros secundarios.
4. Verificar el depósito de regulación y limpiar todos los elementos y circuitos.
5. Efectuar nuevamente el llenado con una carga de aceite nueva o en su defecto, por el mismo aceite, pero muy cuidadosamente regenerado.

EF-TV---------- Elevación y Frenos – Tuberias, válvulas y accesorios.

1. Verificar el conjunto de los niveles de aceite.
2. Verificar la estanqueidad de todas las tuberías de aceite.
3. Limpieza y calibración de válvulas.

EF-GR---------- Elevación y Frenos – gatos y recinto.

1. Revisión general del sistema.
2. Limpieza del recinto.
3. Medición de zapatas de los gatos.
4. Lubricación de retenes de los gatos.
5. Verificar ajuste de pernos de anclaje de los gatos.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento semestral:

EF-TL---------- Elevación y Frenos – Tablero de control

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de microswitchs, equipos y accesorios de control.

Actividades de mantenimiento anual:

EF-TL---------- Elevación y Frenos – Tablero de control

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de microswitchs, equipos y accesorios de control.
3. Verificación de la operación de la protección del motor (Térmico)
4. Medición de aislamiento eléctrico del motor
5. Verificación de parámetros de arranque y régimen del motor
6. Ajuste general de conexiones, terminales y puestas a tierra.

3.10 SUBSISTEMA DEEXCITACIÓN.

3.10.1 DESCRIPCIÓN.

El generador debido a que no puede excitarse por sí mismo requiere de una fuente de corriente continuaque excite su campo inductor, esta excitación es realizada por medio de un sistema de excitación tipo brushlesssin escobillas (Fig. 3.30).

Sistema de excitación brushless:es un alternador de corriente alterna, constituido por un inducido situado en el rotor y un inductor situado en el estator. Se encuentra montada en el interior de la estructura de la maquina principal sobre el eje, se encarga de suministrar la energía para generar el campo magnéticorotativo en el rotor. Prácticamente llega a ser un pequeño generador con unabobina girando en un campo magnético estático. Inicialmente la excitatriz recibe laalimentación eléctrica de un banco de baterías de 125 VCD para producir elcampo magnético, que inducirá un voltaje en el bobinado rotativo de la excitatriz que se encuentra en movimiento gracias a la inyección de agua en la turbina de la Unidad Generadora. Adicionalmente en el rotor de la excitatriz se encuentra un conjunto de diodos que rectifican el voltaje AC inducido y lo convierten en DC para suministrarlo a la bobina de excitación o de campo del generador principal.

Una vez que el generador principal produce su voltaje de salida, este esconvertido a DC para alimentar a la excitatriz y reemplazar al banco de baterías.

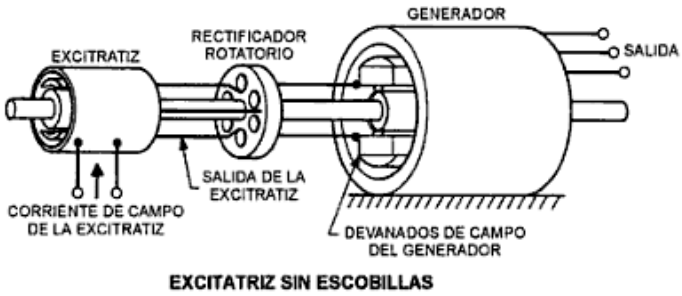


Figura No. 3.30.Excitatriz sin escobillas.[30]

.

[30] Autores de tesis.

La excitatriz brushless sin escobillas consiste de:

Rotor: El rotor es un anillo calado en el eje de la unidad principal. El paquete está formado por placas de bajas perdidas que son montadas en el anillo mediante una placa de presión en cada extremo.

Las ranuras se distribuyen por la periferia del núcleo para ubicar el soporte del bobinado. El bobinado consiste en bobinas de hilos de cobre esmaltados, conectado en estrella que alimenta a los diodos rotativos en conexión puente, montados en anillo solidario al eje.

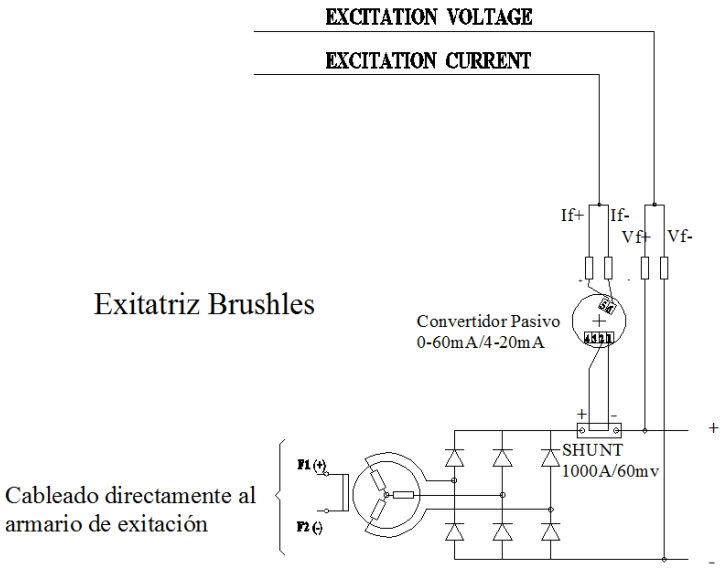


Figura No. 3.31.Sistema de excitación.[31]

Rectificadores: Los diodos rectificadores y los accesorios son montados en un anillo que se une al rotor de la excitatriz. Estos diodos se conectan con configuración de puente de onda completa y convierten la corriente alterna del excitador en corriente continua que alimenta a las bobinas de rotor del generador principal.

Eje: El estator de la excitatriz consiste en un cilindro de acero en el que se montan los polos. Cada polo está formado por el núcleo, la bobina impregnada en vacío y una zapata de polo que se sujeta al núcleo polar por bulones.

[31]Autores de tesis.

Los dos extremos del devanado del estator se extraen a los terminales de la excitatriz en la caja de cableado.

3.10.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.32, en donde la condición principal es verificar las temperaturas del generador de excitación, para lo cual se considera lo siguiente:

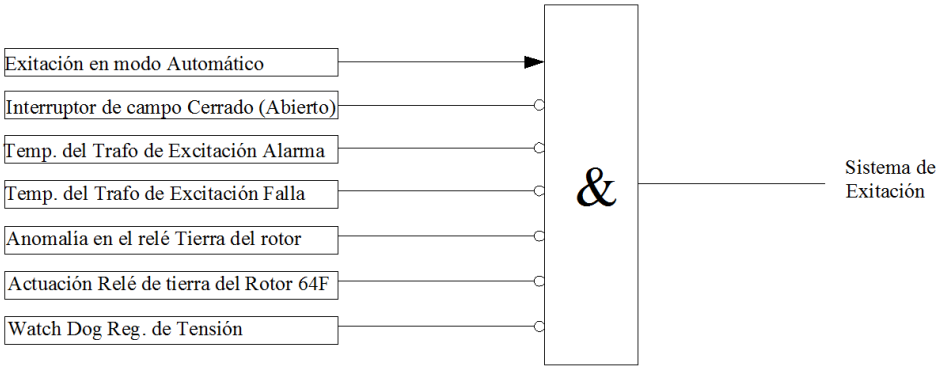


Figura No. 3.32.Lógica del Sistema de Excitación.[32]

1. La excitación esté en modo remoto.
2. El interruptor de campo esté abierto.
3. Las alarmas de temperatura del trafo de excitación estén desactivadas.
4. Los fallos del Relé de Protección estén desactivados.
5. La seguridad (watch dog) del regulador de tensión esté desactivado.

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

[32] Autores de tesis.

3.10.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-EX---------- Excitación

U0#-EX-MV----------Motores de ventilación
U0#-EX-VE----------Ventiladores
U0#-EX-TX----------Trafo de excitación
U0#-EX-TL----------Tablero de Control

3.10.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SISTEMA DE EXCITACIÓN.

Para el mantenimiento preventivo del sistema de excitación se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral, para cada uno de los equipos, en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento bimestral:

EX-MV---------- Excitación - motores de ventiladores

1. Alineación y tensión de bandas.
2. Limpieza interna y externa de cubículo de ventiladores.

EX-VE---------- Excitación – ventiladores

1. Análisis de rodamientos.

Actividades de mantenimiento preventivo anual:

EX-MV---------- Excitación - Motores de ventiladores

1. Alineación y tensión de bandas.
2. Limpieza interna y externa de cubículo de ventiladores.

EX-VE---------- Excitación – Ventiladores

1. Análisis de rodamientos.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento preventivas Semestral

EX-TX---------- Excitación-Transformadores de excitación

1. Limpieza de transformadores, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.

3. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.

EX-TL---------- Excitación – Tablero de control

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de microswitchs, equipos y accesorios de control.

Actividades de mantenimiento preventivas anuales

EX-TX---------- Excitación-Transformadores de excitación

1. Limpieza de transformadores, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Medición del aislamiento eléctrico de los transformadores.
4. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.

EX-VE---------- Excitación-Ventiladores

1. Verificación de la operación de protección de motores (térmicos).
2. Medición del aislamiento eléctrico de los motores.
3. Control de parámetros de régimen de los motores.
4. Ajuste de conexiones terminales y puestas a tierra.

EX-TL---------- Excitación – Tablero de control

1. Limpieza interna de tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de microswitchs, equipos y accesorios de control.
3. Verificación de la operación de la protección del motor (Térmico)
4. Medición de aislamiento eléctrico del motor
5. Verificación de parámetros de arranque y régimen del motor
6. Ajuste general de conexiones, terminales y puestas a tierra.

3.11 SUBSISTEMA DE SINCRONIZACIÓN.

3.11.1 DESCRIPCIÓN.

La sincronización del sistema se realiza mediante el equipo SYNCHROTACT de la ABB, el cual tiene el objetivo principal de sincronizar y ponerlas en paralelo a las unidades de generación a la línea de 69 KVA,perteneciente al anillo del Sistema Nacional Interconectado.

Los equipos de sincronización son necesarios en lascentrales donde un generador debe ser acoplado a la red,o en subestaciones que necesitan conectar en paralelodos líneas de transmisión.

Los interruptores de potencia pueden ser cerrados únicamentesi las tensiones en ambos lados del interruptor abiertoestán en sincronismo. De lo contrario, se pueden producirperturbaciones en la red, disparo del interruptor, o, en casosextremos, daños en el generador y el transformador.

Figura No. 3.33.
Synchrotact 5.[33]

SYNCHROTACT 5 garantiza una sincronización segura yfiable tanto en su utilización como dispositivo de vigilanciapara la puesta en paralelo manual, como también en suaplicación como sistema de sincronización independientetotalmente automática.

Regulador de Tensión: Se instalara para cada grupo un regulador automático de tensión o AVR (Automatic Voltage Regulator) UNITROL 1000-15 de ABB. Su inteligente diseño mecánico junto con la moderna tecnología de procesamiento digital de señales que utiliza, garantiza un excelente desarrollo

Figura No. 3.34.
Unicontrol 1000-15.[34]

[33-34]Autores de tesis. Imagen captada del Catálogo de ABB.

bajo condiciones ambientales severas.

El AVR se encarga de medir y regular variables eléctricas como son: cosΦ, potencia reactiva, corriente de excitación, además tiene la posibilidad de un arranque suave, reparto de potencia reactiva entre máquinas enparalelo, y señales de Alarma y disparo.

Sincronización manual y automático: El sistema de sincronización automática y manual es un conjunto de aparatos cuya misión es realizar la sincronización de forma automática y manual a la red.

La sincronización manual es selecciona por el operador con un conmutador que está en el armario de control y protecciones de grupo. El operador puede subir o bajar la velocidad y tensión a través de los mandos que hay en el armario de control y protección del grupo, y con el doble voltímetro, el doble frecuencímetro y el sincronoscopio puede dar la orden de cerrar el interruptor, siempre con una verificación de sincronismo en el cierre para evitar errores.

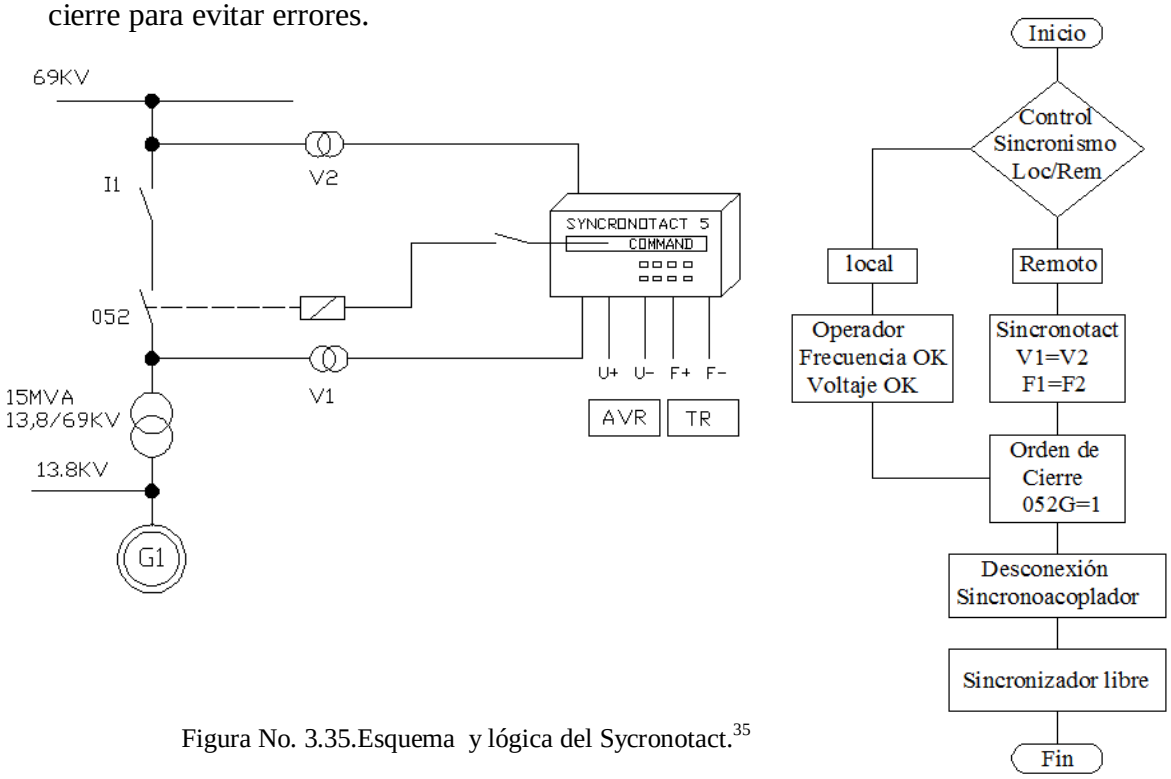


Figura No. 3.35.Esquema y lógica del Sycronotact.[35]

[35] Autores de tesis.

De igual forma la sincronización automática es selecciona por el operador con un conmutador que está en el armario de control y protecciones de grupo. Dicha sincronización puede iniciarse de forma automática mediante las secuencias de arranque y de forma manual desde los puestos de operación o manualmente desde el propio armario de control y protecciones de grupo. De cualquiera de estas formas el sincronizador automático ubicado en el armario de control y protecciones ajusta la velocidad y la tensión automáticamente para el posterior cierre del interruptor 052G de forma automática cuando las variables (frecuencia, tensión y ángulo de fase), están dentro de los límites prefijadoscomo se indica en la figura (3.35).

3.11.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la turbina, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.36, el sistema de sincronización a ser electrónico, la condición principal es que no se tenga ningún fallo en el sincronoscopio, para lo cual se considera lo siguiente:

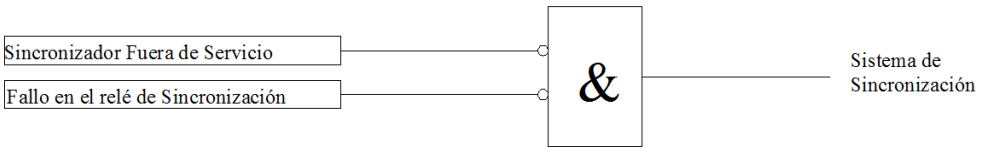


Figura No. 3.36.Lógica del Sistema de Sincronización.[36]

3.11.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo **(#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

[36] Autores de tesis.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-SI---------- Sincronización

U0#-SI-UN----------Unitrol 1000 de ABB.

U0#-SI-SN----------Synchrotact 5.

3.11.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SINCRONIZACIÓN.

Para el mantenimiento preventivo del Sincronizador se propuso realizar un mantenimiento bimestral, debido a que es un equipo electrónico.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento bimestral:

SI-UN---------- Sincronización – Unitrol 1000.

1. Limpieza interna del tablero, equipo y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento del equipo y accesorios de control.
3. Verificación del funcionamiento del sistema anti condensación.

SI-SN---------- Sincronización – Sincronoscopio

1. Limpieza interna del tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento del equipo y accesorios de control.
3. Verificación del funcionamiento del sistema anti condensación.

3.12 SUBSISTEMA DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA.

3.12.1 DESCRIPCIÓN.

En esta sección se realiza una breve descripción de las nuevas instalaciones eléctricasde la nueva S/E Ocaña, a partir de estas se define el Plan de Mantenimiento que se aplicaráa esta nueva subestación.

Ante la necesidad de transportar la energía eléctrica generada en grandes cantidades a largas distancias, se hace uso del transformador, el cual al elevar el valor del voltaje a la salida de los generadores a un valor mucho mayor, disminuye al mismo tiempo el valor de la corriente, permitiendo elevar el valor de la resistencia de los conductores, logrando el transporte de energía por conductores delgados a precio económico y con pérdidas moderadas.

La energía eléctrica generada se transportará por medio de cables de cobre aislados hasta dos transformadores de elevación de 15 MVA, relación de transformación 13,8/69 kV cada uno. La subestación será construida sobre una plataforma de 23 m de ancho por 31 m de largo.

La energía producida en la Central será evacuada hasta la subestación Cañar, de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., mediante una línea de transmisión a 69 kV, de doble terna y 41,0 km de longitud. En esta subestación se instalarán los transformadores de potencia y de corriente así como el registrador para la información comercial.

La configuración de la Subestación Ocaña en cuanto a la disposición física de los equipos principales se puede ver en el anexo 5. El equipo principal de la Subestación es el Transformadortrifásico, el cual es un elemento fundamental en un sistema eléctrico, por lo que es importante antes de tomar cualquier acción de mantenimiento en campo, el conocimiento del estado físico – químico y dieléctrico del aceite aislante.

De igual forma se requiere la verificación del Sistema de Protecciones e Interruptores (Anexo 6), con lo que se analizarán por separado cada uno de ellos.

3.12.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

3.12.2.1 DESCRIPCIÓN.

El transformador es una maquina estática utilizada para transferir la energía de un circuito de corriente alterna a otro, sin variar la frecuencia. Esta transferencia va acompañada de un cambio de tensión.

El Transformador cumple la función de reducir el voltaje de Alta Tensión (69000V) a Media tensión (13800), con una potencia de 15MVA, trifásico a 60Hz, tipo de refrigeración ONAN, tipo de aislamiento A0 y una altura de diseño para operación a 1000 m.s.n.m., en el anexo 7 se muestra el plano físico del transformador a instalar en la Subestación Ocaña.

Su parte activa está inmersa en un líquido aislante y refrigerante de tipo ACEITE MINERAL, lleva un conmutador de derivaciones para operación sin carga y operación manual de 5 posiciones en un rango ±2x2,5%.

Su temperatura ambiente máxima de operación a 1000 m.s.n.m, será de 40°C y los incrementos máximos de temperatura a) de la parte superior del refrigerante 50°C, b) del promedio de devanados 55°C c) del punto caliente de devanados 65°C.

Tabla 3.3 Características técnicas del Transformador

Potencia (KVA)	Tensión Primaria (V)	Tensión Secundaria (V)
15000	69000	13800
Conexión	Corriente en vacío (%)	Pérdidas vacío a 20°C (W)
YnD5	0,8	16384

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

En la siguiente figura se detallan las partes principales del transformador de la Subestación Ocaña.

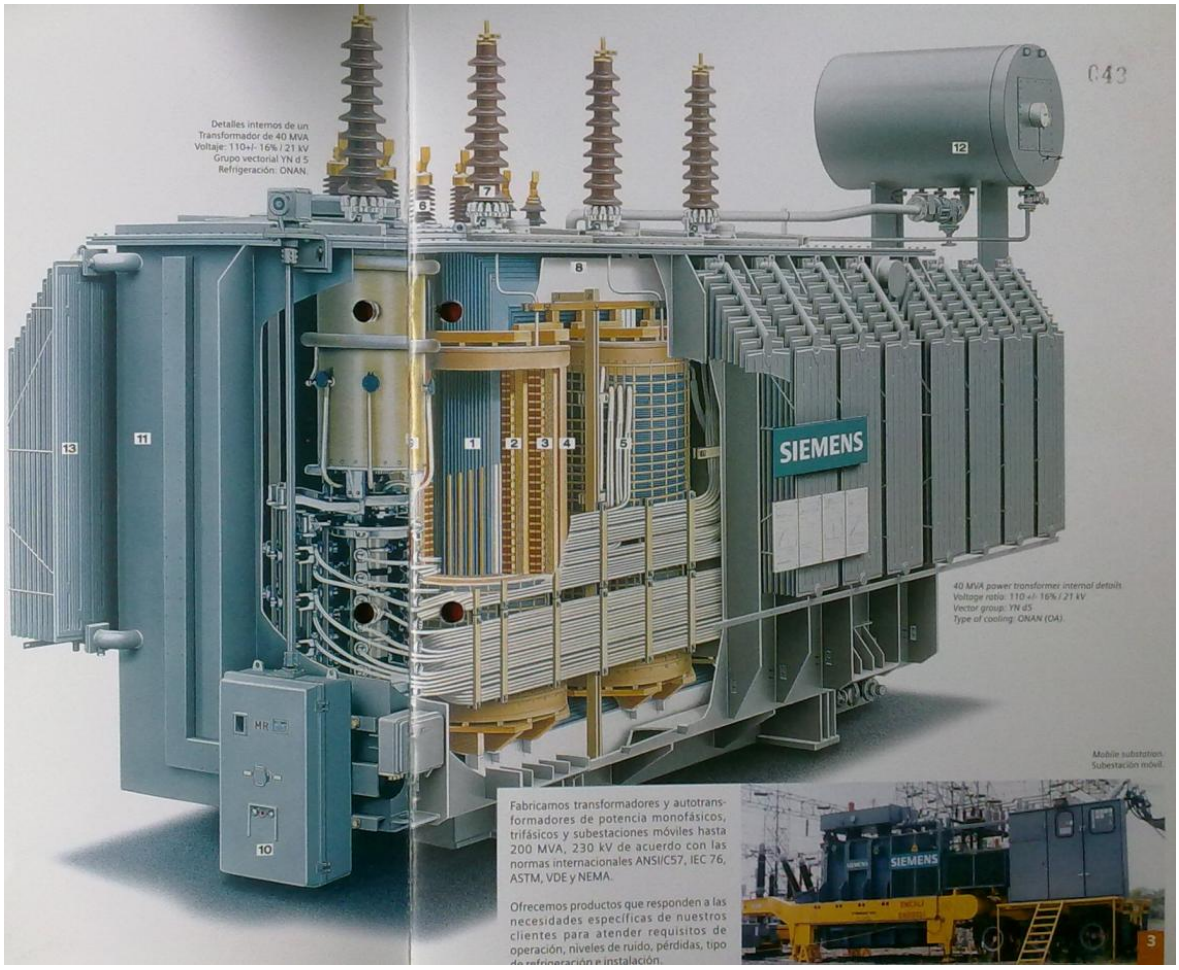


Figura No. 3.37.Transformador de Potencia.[37]

Componentes:

1.- Núcleo
2.- Devanados Baja Tensión
3.-Devanados Alta Tensión
4.- Bobinados de Regulación
5.- Conductores
6.- Aisladores Pasatapas de baja tensión
7.- Aisladores Pasatapas de Alta Tensión
8.- Vigas de Prensado del núcleo
9.-Cambiador de derivaciones bajo carga
10.- Accionamiento Motorizado
11.- Tanque
12.- Tanque de expansión
13.- Radiadores

[37] Catálogo de SIEMENS.

El transformador tiene los siguientes accesorios:

Relé Buchholz.- Es un aparato de protección del transformador que puede accionar una alarma en caso de fallas leves y que puede sacar de servicio el transformador en caso de fallas graves. Las fallas que puede detectar son todas aquellas que producen un aumento de temperatura capaz de hacer ebullir el aceite y producir burbujas; tal es el caso de un cortocircuito interior. Solo puede ir en transformadores que lleven tanque de expansión.

Deshucmentador de Sílica-gel.- La expansión y contracción del volumen del aceite hacen que el transformador este expuesto a "respirar" aire del medio ambiente, el cual contiene humedad que, al penetrar el interior, ocasionaría degeneración del aceite y oxidación en el interior.

Válvula de Sobrepresión.- Es una protección contra explosión del transformador ocasionada por un aumento de presión cuando ocurren fallas o cortocircuito. Las hay en dos tipos: con contacto de alarma y/o disparo (para desconectar el transformador) y pequeña sin contactos.

Indicador de nivel.- Es un medio de conocer el nivel a la que se encuentra el líquido en el tanque, con el fin de describir fugas o aumentos excesivos en el volumen por calentamiento. Los hay de dos tipos: Tipo flotador, mostrando el nivel por medio de una aguja en un dial; y de vidrio, donde se observa directamente el interior del tanque.

Termómetro.- Indica la temperatura en la parte superior del aceite.

Conmutador de derivaciones.- Instalado con el fin de regular el voltaje de salida del transformador cuando ocurren variaciones en el voltaje primario. Estos son de accionamiento exterior y sin carga.

Placa de características- Donde aparecen consignados todos los datos particulares del transformador, tales como corrientes por las líneas, pesos, conexiones eléctricas, etc.

Caja para terminales del circuito de control.- A donde van todos los terminales de los contactos de alarma y/o disparo que posee el relevador Buchholz, la válvula de sobre presión, termómetros, etc. Los elementos encargados de dar alarma como bombillos, sirenas, pitos, etc., deben ser conectados desde esta caja.

Tanque de expansión.- Es un tanque elevado con respecto al tanque principal del transformador y conectado por una tubería con este (en esta tubería se instala el relé Buchholz); Su finalidad es prevenir el envejecimiento prematuro del aceite.

Caja terminal o ducto para aisladores.- Es una cámara donde van albergados los aisladores terminales para A.T o B.T, con el fin de protegerlos en un medio hostil; deben cumplir distancias eléctricas mínimas.

Dispositivo de purga.- Se utiliza para drenar o tomar muestras de aceite. Deben ir en la parte inferior del tanque principal y en la parte inferior del tanque de expansión, cuando el transformador lo lleva.

Válvula de Recirculación.- Son dos: una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque. Se usan para hacer recircular aceite con un filtro de prensa.

Conectores del tanque a tierra.- Se usan para aterrizar el tanque con el fin de evitar peligros en el personal que se acerque a él y facilitar el camino a tierra de las sobretensiones.

Dispositivo para tracción.- Facilita el arrastre de los transformadores evitando que sea agarrado por partes susceptibles de daño.

3.12.2.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la Central, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.38, en donde en un ciclo normal de operación, la carga que incide sobre la temperatura, y la fuentede voltaje y corriente juega un rol importante en la vibración de toda la estructura (expansióny contracción de materiales). Las condiciones climáticas, la contaminación, las fallasque ocurren en el sistema, actúan desfavorablemente en el transformador e involucra unpeligro en la continuidad del servicio, por lo tanto se requiere que el equipo mantenga sucalidad y confiabilidad.

Para que el transformador sea confiable, en un sistema en el cual es uno de los protagonistasmás importantes, y asegurar una larga vida de operación en condiciones normales, se tiene que seguir la siguiente lógica, siendo la condición principal que las alarmas de nivel de aceite, relé Buchholz y temperaturas en los devanados estén correctos, para lo cual se sigue la siguiente lógica:

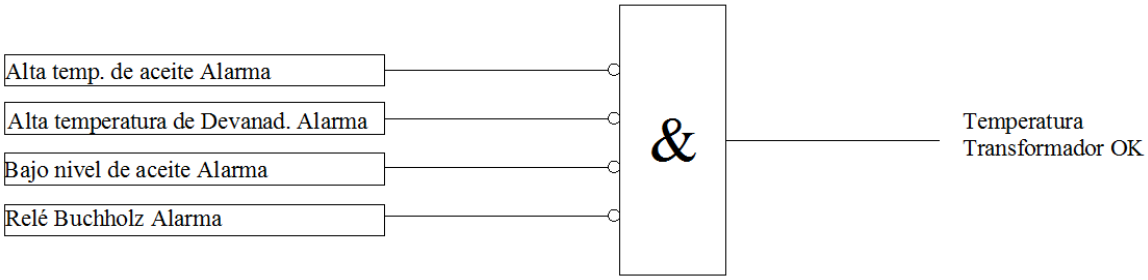


Figura No. 3.38.Lógica del Transformador.[38]

Todas las condiciones antes mencionadas deberán cumplirse, en el caso de que alguna no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

[38]Autores de tesis.

3.12.2.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-TU---------- Transformador Principal.

U0#-TU-TR----------Transformador.
U0#-TU-TL----------Tableros de Control.

3.12.2.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA TRANSFORMADOR PRINCIPAL.

Para la elaboración de un programa de mantenimiento se adoptan ciertos criterios, quepermiten orientar y enmarcar las tareas o acciones a ejecutar desde la puesta en servicio ydurante toda la vida útil de las instalaciones, para lo cual se ha considerado proponer un mantenimiento anual y semestral, en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos. En las órdenes de trabajo vendrá codificado a que unidad de generación y en qué equipo se interviene de acuerdo a la estructura de árbol que se realizó anteriormente.

Debido a que es un equipo que está constituido de partes mecánicas y eléctricas se procederá a realizar mantenimiento a dichas partes.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento Semestral:

TU-TR---------- Transformador–Transformador.

1. Control de vibraciones y temperatura.
2. Inspecciones visuales (hermeticidad de filtraciones, Secador de Aire, Aisladores de losa, Conectores, Refrigeración forzada, Control de temperatura, Indicadores de nivel, Conexiones a tierra, Relé Buchholz, Válvula de sobrepresión).

Actividades de mantenimiento Anual:

TU-TR---------- Transformador–Transformador.

1. Control de vibraciones y temperatura.
2. Inspecciones visuales (hermeticidad de filtraciones, Secador de Aire, Aisladores de losa, Conectores, Refrigeración forzada, Control de temperatura, Indicadores de nivel, Conexiones a tierra, Relé buchholz, Válvula de sobrepresión).
3. Limpieza exterior del equipo.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento Semestral:

TU-TR---------- Transformador–Transformador.

1. Inspección externa del tanque principal, tanque conservador, tuberías, válvulas y equipos de control.

Actividades de mantenimiento Anual:

TU-TL---------- Transformador–Tableros de Control.

1. Limpieza interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos, accesorios de control.
3. Inspección externa del tanque principal, tanque conservador, tuberías, válvulas y equipos de control.
4. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.
5. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.
6. Análisis termográfico.

TU-TR---------- Transformador - Transformador

1. Análisis de los resultados de pruebas realizadas sobre el aceite aislante (físico-químico, cromatográfico y de furanos).
2. Pruebas eléctricas (Resistencia de aislamiento, factor de potencia, Relación de transformación, corriente de excitación).
3. Ensayo de presión al tanque (Hermeticidad).
4. Análisis termográfico.

Mediante el análisis se determinara la presencia de fallas de tipo térmico o eléctrico, sean estas por ionización, calentamiento, arco, pirolisis de la celulosa, las mismas que pueden ser analizadas y/o detectadas analizadas en los posibles puntos que se desarrollan, con anticipación a otros síntomas.

3.12.3 INTERRUPTOR-SECCIONADOR-PARARRAYOS.

3.12.3.1 DESCRIPCIÓN.

Interruptores.-Son elementos diseñados para interrumpir el paso de energía a través de un circuito eléctrico, cada vez que reciba una orden de abrir, ya sea desde un relé de protección, o mediante un mando manual de un operador.

Del mismo modo permiten conectar la carga aguas abajo del interruptor una vez que reciben la orden dada por el operador o una orden de cierre generada por un relé de protección.

Figura No. 3.39.
Interruptor 3AP1-FG.[39]

La subestación Ocaña tiene dos interruptores trifásicos tripolares, marca Siemens, de tensión nominal de 69kV, modelo 3AP1FG, para la protección del transformador de poder en el lado de Alta Tensión.

El interruptor 3AP1FG es un interruptor tripolar de auto comprensión, en versiónpara intemperie, emplea el gas SF6 como medio aislante y de extinción de arco. Se acciona mediante un accionamiento por acumulación de energía de resorte en cada fase.

Cada columna polar contiene una carga de SF6,que constituye una cámara de gas herméticamente cerrada. La densidad del gas se vigilaen cada polo con un monitor de densidad y la presión se indica mediante un manómetro.

El armario de mando sujeto a cada polo central contiene todos los dispositivos para el control y vigilancia del interruptor de potencia, y la regleta de bornes requerida

[39] Documento. Imagen del catálogo SIEMENS. http://www.hv-circuit-breaker.com/

para la conexión eléctrica de conexión y monitoreo. Los cables de control sirven para el acople eléctrico del control con los mecanismos de accionamiento.

Tabla 3.4Características técnicas Interruptor de Potencia

Tensión nominal	69kV
Tensión de servicio	69kV
Tiempo de establecimiento	45ms
Tiempo de cierre	52+-5ms
Cantidad de polos	3
Accionamiento	Por resorte
Medio de extinción	
Presión nominal SF6	6 bar
Cantidad de SF6/interruptor	4Kg
Pérdidas de SF6/año	0,5%

Fuente: Documento: Catálogo SIEMENS

Componentes del interruptor

1. Interruptor de la unidad
2. Aislador
3. Pilar o Base
4. Armario de Control
5. Cubículo del mecanismo de funcionamiento.

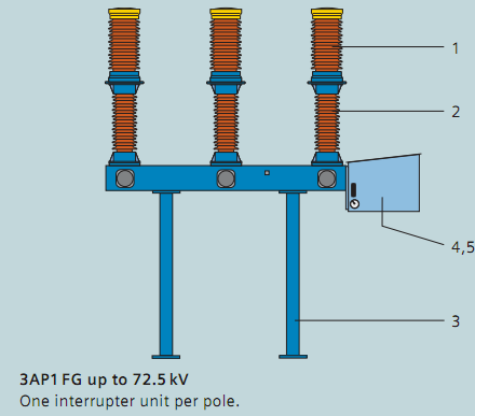


Figura No.3.40 Interruptor de Alto Voltaje 3Ap1/2 de 72.5 kV hasta 550 kV.[40]

Seccionadores.-Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica con el fin de efectuar maniobras de operación o bien de mantenimiento. La misión de estos aparatos es la de aislar tramos de circuitos de una forma visible.

[40]http://www.energy.siemens.com/.

Son usados para maniobra sin carga en la subestación.

La Central Ocaña cuenta con un seccionador Tripolar de 69kV, con apertura central con mando motorizado de montaje vertical.

Tabla 3.5Características técnicas seccionador

Tensión nominal	69kV
# de columnas	3
Corriente nominal	1250A

Fuente: Documento: Catálogo SIEMENS

Seccionadores de puesta a tierra.- Tienen la función de no permitir que la línea tenga presencia de tensión por inducción una vez que esta esté aislada. El seccionador de tierra generalmente está asociado a un seccionador principal. Normalmente este seccionador cortocircuita un aislador de soporte del seccionador principal al que se encuentra asociado.

La central cuenta con un seccionador Tripolar de 69kV, con apertura central con cuchillas de conexión a tierra, con mando motorizado de montaje vertical.

Tabla 3.6Características técnicas seccionador puesta a tierra

Tensión nominal	69kV
# de columnas	3
Corriente nominal	1250A

Fuente: Documento: Catálogo SIEMENS

En la gráfica 3.41se muestra el seccionador y seccionador de puesta a tierra de la subestación.

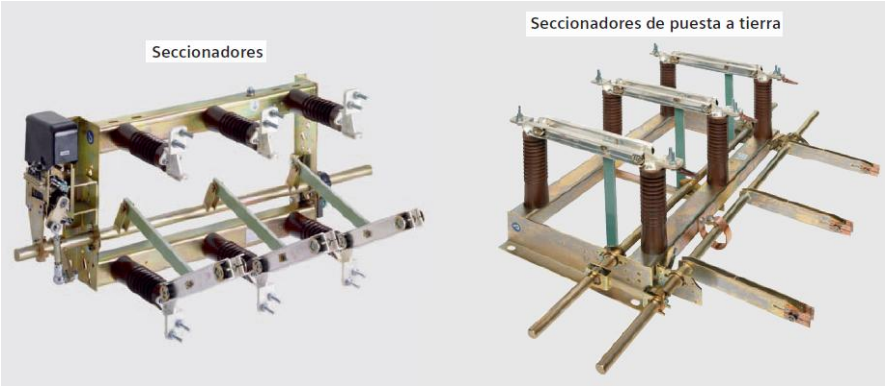


Figura No3.41. Partes Mecánicas del seccionador.[41]

Mecanismo motorizado.- Consiste principalmente en un motor compound que acciona un engranaje de ruedas dentadas rectas el cual hace girar la manivela (2) en sentido antihorario. La manivela está unida a la palanca de accionamiento y esta a su vez está conectada con el eje de maniobra (4).

1. Mecanismo motorizado con cubierta
2. Manivela
3. Barra de accionamiento
4. Eje de maniobra

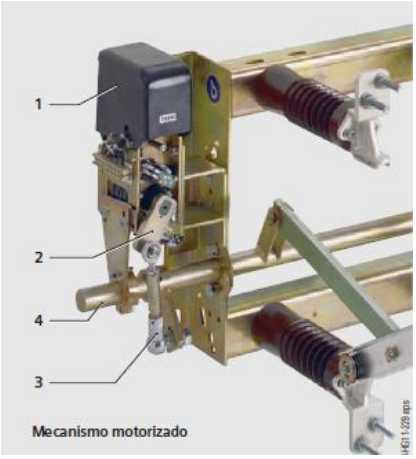


Figura No. 3.42. Partes Mecánicas del seccionador.[42]

Un giro de 180° de la manivela produce un ángulo de maniobra de 90° en el eje de maniobra. En las posiciones finales del seccionador, el motor de accionamiento es desconectado a través de interruptores de posición integrados.

Mecanismo auxiliar para mecanismo motorizado.- Si falla la tensión auxiliar, el mecanismo motorizado puede ser maniobrado de emergencia.

[41-42] http://www.siemens.com/energy.

El accionamiento es través de una varilla las cuales son de tubo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; estas varillas de accionamiento se empleanpara accionar la palanca de la varilla de accionamiento montada en el eje de maniobra.

1. Palanca de la varilla de accionamiento
2. Eje demaniobra.

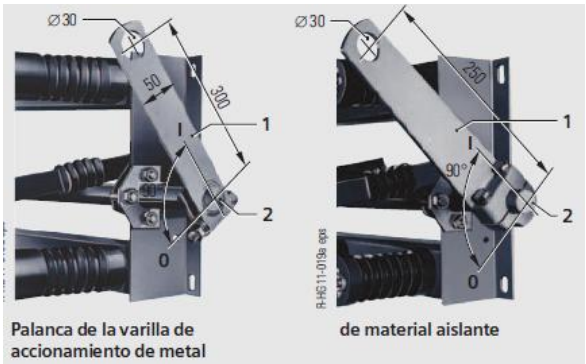


Figura No.3.43 Partes Mecánicas del seccionador.[43]

Descargador de Sobretensión.-El Pararrayo 3EP5 es un aparato que tiene la misión de proteger el aislamiento de una instalación o de uno de sus componentes frente por sobre tensiones transitorias elevadas, y a limitar la duración y frecuentemente la amplitud de la corriente subsiguiente, es del tipo óxido de zinc.

Figura No. 3.44.Pararrayos 3EP5.[44]

Tabla 3.7Características técnicas pararrayo

Tensión nominal del sistema	69kV
Tensión máxima de servicio entre fases	72,5kV
Nivel de aislamiento del equipo	325kV
Tensión nominal del pararrayo	54kV
Intensidad nominal de descarga	10kV
Intensidad nominal de Cortocircuito	40kA

Fuente: Documento: catálogo SIEMENS 3EP5

[43-44]Documento. Imagen del catálogo SIEMENS. http://www.siemens.com/arrester

Los componentes activos del descargador son resistencias de óxido metálico. Están dispuestos de una columna y montados en el interior de una carcasa de porcelana herméticamente cerrada con pantallas de alta rigidez dieléctrica.

Las bridas con toberas deflectoras de gas incorporadas se fabrican a partir de una aleación de metales ligeros resistente a la intemperie y van pegadas a la carcasa de porcelana. La estanqueidad, que dura años, se consigue con juntas resistentes al ozono y a las condiciones meteorológicas extremas y mediante membranas metálicas resistentes a la corrosión.

Cada bloque está equipado en sus dos extremos con membranas de sobrepresión y toberas deflectoras de gas.

En el caso poco habitual de que llegue a producirse una sobrecarga, estos fusibles mecánicos se abren en cuanto la presión alcanza el 20% de la resistencia al aplastamiento de la carcasa de porcelana. Gracias a la forma de las toberas deflectoras de gas, los chorros de gas se derivan mutuamente de forma que el arco eléctrico puede seguir ardiendo fuera de la carcasa de porcelana hasta que se desconecte el cable.

1. Carcasa de Porcelana.
2. Brida con tobera deflectora de gas.
3. Junta.
4. Membrana de sobrepresión.
5. Muelle de compresión.
6. Resistencia de óxido metálico (no lineal).

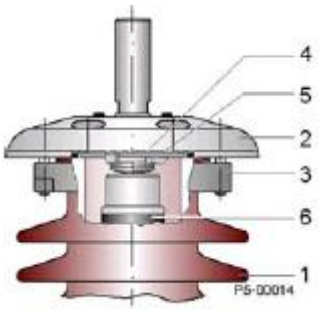


Figura No. 3.45.Pararrayos 3EP5.[45]

[45]Documento. Imagen del catálogo SIEMENS. http://www.siemens.com/arrester

1. Bastidor.
2. Borde aislador inferior.
3. Brida.
4. Borne aislador superior.
5. Descargador.

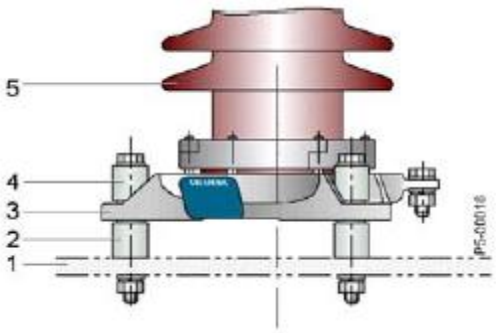


Figura No. 3.46.Pararrayos 3EP5.[46]

Transformadores de medición.-Están destinados a alimentar instrumentos de medida, indicadores, registradores, integradores, protecciones, o aparatos análogos. Según la magnitud se clasifican en transformadores de tensión y de corriente.[40]

Tabla 3.8Transformadores de Protección del generador

Transformador de Intensidad Lado Línea	69kV, 3x800/5A,5P20, 30VA
Transformador de Intensidad Lado Neutro	69kV, 3x800/5A,5P20, 30VA
Transformador de Tensión	Tipo inductivo 3x13.800:$\sqrt{3}$/115:$\sqrt{3}$ 3P, 30VA
Transformador de Puesta a Tierra	1x13.800/240 V, 17KVA, 60s

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00GTA FC001.1

Tabla 3.9Transformadores de Protección en Trafo principal TX1

Transformador de Intensidad lado 69Kv TX1	69kV, 3x150/5A,5P20, 30VA
Transformador de Intensidad Lado 13,8kV (SSAA)	13.800kV, 3x20/5A,5P20, 15VA
Transformador de Intensidad lado 13,8Kv TX1	3x800/5A,5P20, 30VA

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00GTA FC001.1

Transformador de tensión.-Reduce la tensión de la línea en el orden de los kV a niveles bajos de tensión para alimentar equipos de control y medición.

En la central se utilizará un transformador de corriente del tipo inductivo con aislamiento de papel impregnado en aceite, estos se caracterizan por su respuesta

[46]Documento. Imagen del catálogo SIEMENS. http://www.siemens.com/arrester

inmediata a los cambios de tensión; las partes metálicas están hechas en aluminio o acero inoxidable, con una carcasa a prueba de explosión con un mínimo volumen de aceite.

El transformador de tensión está compuesto de las siguientes partes:

Membrana de Fluoroelastometro, para expansión del aceite, sumamente flexible y resistente a la temperatura con un sellado hermético y libre de mantenimiento.

Figura No. 3.47 Membrana.[47]

Carcasa seccionable en la base, prevista para romperse en caso de una sobrepresión, sin estallar en fragmentos.

Figura No. 3.48 Carcasa.[48]

Núcleo del transformador, montado horizontalmente, baja inducción de operación y el núcleo tiene la mejor protección contra la ferro-resonancia.

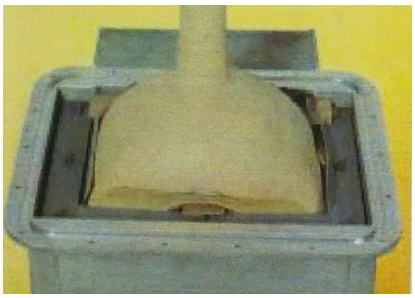


Figura No. 3.49. Núcleo.[49]

[47-48-49] http://www.pmw.ch/.

Transformador de corriente.-Transforma niveles altos de corriente a valores pequeños para alimentar equipos de control y medición. Se da un pequeño desfase entre la corriente del primario con respecto al secundario. Se caracterizan por tener tensión variable.

En la centra se utiliza transformadores de corriente con aislamiento de papel impregnado en aceite, con diseño tipo horquilla, tiene una alta disponibilidad debido a sus componentes estandarizados, es robusto, resistente a sismos debido a su bajo centro de gravedad, las partes metálicas están hechas de aluminio o acero inoxidable, y están libre de mantenimiento.

Figura No. 3.50 Transformador de Corriente JOF 24T-123T.[50]

El transformador de corriente está compuesto de las siguientes partes:

Membrana de Fluoroelastometro, para expansión del aceite, sumamente flexible y resistente a la temperatura, con un sellado hermético y libre de mantenimiento.

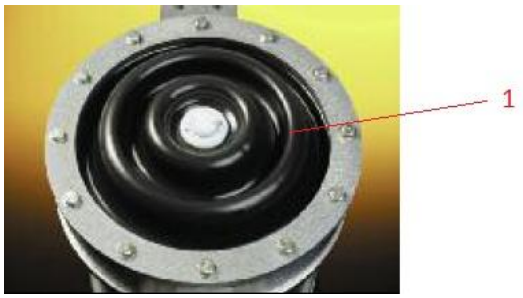


Figura No. 3.51 Membrana de Fluoroelastometro.[51]

[50-51] http://www.pmw.ch/.

Terminal Primario,Reconexión del primario simple y simétrico en la cabeza del transformador.

Figura No. 3.52 Terminal Primario.[52]

Caja de Conexiones, para tener una conexión de cables fáciles y seguros, a través de una caja de bornes secundario y un grado de hermeticidad IP54.

Figura No. 3.53 Caja de Conexiones.[53]

3.12.3.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la Central, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.54, en donde la condición principal es que el interruptor de la unidad de generación este cerrado, para lo cual se considera lo siguiente:

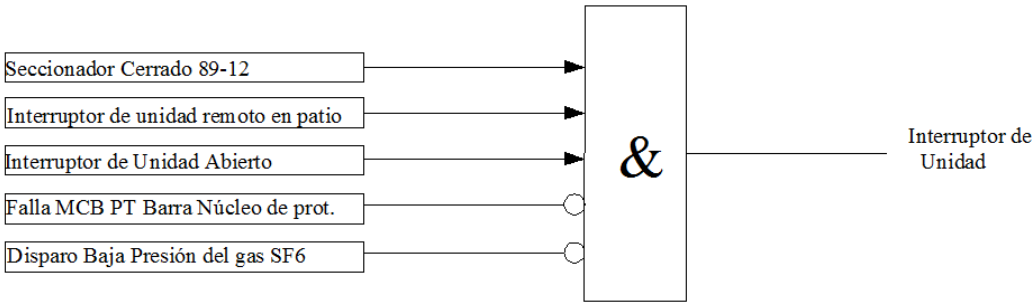


Figura No. 3.54.Lógica del Interruptor.[54]

[52-53]http://www.pmw.ch//.
[54]Autores de tesis.

1. El seccionador 89-12 esté cerrado.
2. El interruptor de unidad esté en modo remoto.
3. El Interruptor de la unidad esté abierto.
4. No exista ninguna falla en el transformador de potencia ubicado en la barra, garantizando así la medición correcta de tensión.
5. No exista ningún disparo por baja presión en el gas SF6.

Todas las condiciones antes mencionadas deben cumplirse, en caso de que algunas de ellas no se cumpla, el sistema no podrá arrancar.

3.12.3.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo **(#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-IS----------Interruptor-Seccionador-Pararrayo

U0#-PR-DY----------Interruptor Tripolar en SF6

U0#-PR-SC----------Seccionador Tripolar

U0#-PR-PY----------Pararrayos

U0#-PR-TC----------Transformador de Corriente 5P20

U0#-PR-TP----------Transformador de Potencial 3P

3.12.3.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA INTERRUPTOR-SECCIONADOR-PARARRAYO.

Para el mantenimiento preventivo de los equipos, se ha considerado determinar el tipo de equipo, es decir si tiene accionamiento mecánico o accionamiento eléctrico, ya que los equipos que tienen solo accionamiento eléctrico requieren una periodicidad más larga de mantenimiento.

Los interruptores y seccionadores de potencia se desgastan en función de su uso, es decir, de la cantidadde maniobras de cierre/apertura que se efectúen en él, o de la cantidad de arcos de fallaque deba despejar. Por esto, se debe distinguir entre:

Desgaste mecánico por fricción, según la cantidad de ciclos de maniobra (ciclos demaniobra mecánicos) ydesgaste como resultado de conmutaciones de corrientes de operación y cortocircuito.

El límite de desgaste está calculado de manera que en la mayoría de los casos los diferentesservicios de mantenimiento se pueden efectuar a intervalos de tiempo fijos. Sólosi se maniobra el interruptor con una frecuencia relativamente grande, podrá ser necesarioefectuar una mantención antes del ciclo previsto, por haberse excedido en el númeroadmisible de cortes en carga o de conmutación bajo carga.

Este procedimiento se realizó en base a la experiencia del personal técnico de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur E.P, e información de los equipos de protección que posee la Central Hidroeléctrica Ocaña.

MANTENIMIENTO MECÁNICO.

Actividades de mantenimiento Anual:

PR-DY---------- Protecciones –Interruptores SF6.

1. Pruebas dinámicas.
2. Inspección de conexiones a tierra, número de operaciones, indicador de estado (abierto/cerrado), óxido y pintura.
3. Medida de aislación total (Factor de Potencia).
4. Revisión de Densímetro o Manómetro de gas SF6.
5. Inspección del gas SF6.
6. Medida de humedad residual SF6.
7. Chequeo de fugas con Detector de Gas SF6.
8. Verificación del tiempo de operación y simultaneidad de apertura y cierre.
9. Hermeticidad.

PR-SC---------- Protecciones –Seccionadores.

1. Medida de aislación total (Factor de Potencia).
2. Tiempos de maniobra.
3. Limpieza y lubricación de la caja de mando.

PR-PY---------- Protecciones –Pararrayos.

1. Lectura del contador de actuaciones.
2. Inspección del explosor de verificación.
3. Inspección del pararrayos auto válvula para determinar una posible sobrecarga (ennegrecimiento o bien zonas quemadas en la abertura de expulsión de gases de la brida).
4. Comprobación del grado de ensuciamiento.

PR-TC---------- Protecciones –Transformador de Corriente.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura.
2. Inspección de fuelle interno.
3. Medida de aislación total (Factor de Potencia).
4. Inspección Termográfica.

PR-TP---------- Protecciones –Transformador de Potencial.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura.
2. Inspección de fuelle interno.
3. Inspección Termográfica.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento Anual:

PR-DY---------- Protecciones –Interruptores SF6.

1. Pruebas dinámicas.
2. Verificación de operación eléctrica.
3. Medida de resistencia de contactos.
4. Medida de resistencia de aislamiento.
5. Verificación de conexiones.
6. Ensayo de disparo anti-sobrecarga.
7. Tensión mínima de operación.
8. Revisión de puesta a tierra de los equipos.

PR-SC---------- Protecciones –Seccionadores.

1. Medida de resistencia de aislamiento.
2. Medida de resistencia de contactos.
3. Resistencia de circuito principal y conexiones.
4. Consumo de energía por maniobra (motores).
5. Ajustes en el cableado del mando.

PR-PY---------- Protecciones –Pararrayos.

1. Medida de resistencia de aislamiento.
2. Medidas de descargas parciales.

PR-TC---------- Protecciones –Transformador de Corriente.

1. Medida de resistencia de aislamiento.
2. Medida de resistencia de devanados.
3. Medida de aislación total (Factor de Potencia).
4. Medida de Relación de Transformación.
5. Revisión de puesta a tierra del equipo.

PR-TP---------- Protecciones –Transformador de Potencial.

1. Medida de resistencia de aislamiento.
2. Medida de resistencia de devanados.
3. Medida de aislación total (Factor de Potencia).
4. Medida de Relación de Transformación.
5. Revisión de puesta a tierra del equipo.

3.12.4 PROTECCIONES.

El objetivo primordial de un sistema de generación es el de proveer energía en forma continua y estable, y los mayores riegos a que está sometido los constituyen los cortocircuitos en la red o en los equipos por fallo en el aislante. Una protección adecuada debe producir la interrupción y el rápido aislamiento automático del elemento averiado, maquina o circuito y poseer además la flexibilidad para mantener el servicio a través de la parte no afectada del sistema.

3.12.4.1 DESCRIPCIÓN.

El sistema de Protecciones de la Central se ha concebido, con carácter general, para una central desentendida, esto es, una central en la que ante una eventualidad no puede contarse, con plena seguridad, con una intervención inmediata del personal. Por tanto, en caso de que se puedan preverse distintos modos de actuación de una protección se ha elegido, en general, la opción más conservadora.

El sistema de Protecciones eléctricas, está basado en relés de protección digitales multifunción y auto-supervisados (con contactos de vigilancia) de la marca AREVA, para la protección de los grupos generadores. Los relés poseen Leeds para indicar las funciones actuadas y una pantalla de cristal líquido frontal en la que se pueden visualizar también las actuaciones, así como variables eléctricas, parámetros, etc.

Ante la actuación de una función de los relés de protección eléctrica, y al igual que ocurre con las restantes protecciones de grupo, el sistema de protecciones ordena, con independencia del nivel en que se encuentre seleccionado el sistema de control y operación, las correspondientes acciones de

Figura No. 3.55.
Relé de protección MICOM P343.[55]

[55]Documento técnico ALSTOM.

disparo de los grupos generadores a través de relés maestros de disparo. Estos dan las correspondientes órdenes sobre los órganos de seguridad de las máquinas (cierre de la válvula principal, des-excitación del generador, apertura del interruptor de grupo).

El sistema de protección de los grupos generadores consiste en un relé de protección AREVA MICOM P343 con las siguientes funciones de protección:

Tabla 3.10 Características técnicas MICOM P343

Nombre	Código ANSI
Protección diferencial del generador	87G
Sobrecorriente	50/51G
Secuencia negativa	46G
Sobretensión	59G
Mínima Tensión	27G
Potencia Inversa	32G
Sobre/Baja Frecuencia	81G
Pérdida de excitación	40G
Sobrecarga	49G
Falta a tierra del estator	64G
Sobrecorriente controlado por el estator	51V
Detección falta tensión de medida	60

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00GTA FC001.1

Tabla 3.11 Valores nominales del Relé MICOM P343

ITEM	VALOR
Primario de TT principal	13.800V
Secundario de TT principal	110V
Primario TT Neutro	13.800V
Secundario TT Neutro	240V
Primario TC Fase	800A
Secundario TC Fase	5A
Frecuencia	60 Hz

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00GTA FC001.1

El sistema de protección de SSAA consiste en un relé de protección AREVA MICOM P141 con las siguientes funciones de protección:

Tabla 3.12 Características técnicas MICOM P141

ITEM	Código IEEE
Sobre intensidad instantánea	50
Sobre intensidad de tiempo inverso	51
Sobre intensidad de neutro tiempo inverso	51N

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00LRXFC001.1

Tabla 3.13 Valores nominales del Relé MICOM P141

ITEM	VALOR
Primario de TC Fase	20ª
Secundario TC Fase	5ª

Fuente: Documento: Descripción técnica del sistema de protecciones eléctricas OCA00LRXFC001.1

3.12.4.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la Central, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.56, en donde la condición principal es que no exista ningún fallo en los relés de protección de la unidad de generación este cerrado, para lo cual se considera lo siguiente:

En donde se tiene la siguiente nomenclatura:

P343: Relé de protección diferencial generador

P141: Relé de protección de del transformador de servicios auxiliares

F003: Relé de protección principal del transformador

F004: Relé de protección de respaldo del transformador principal.

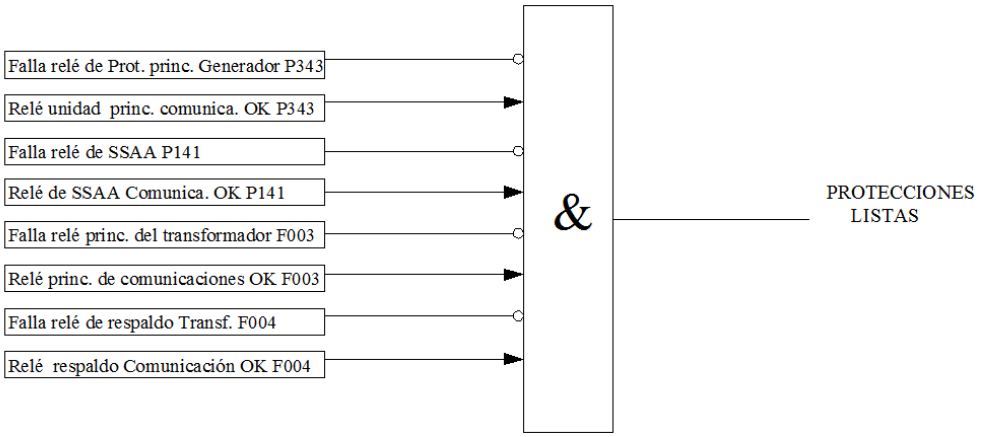


Figura No. 3.56.Lógica Sistema de Protecciones.[56]

3.12.4.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo **(#)** para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-PR---------- Protecciones

U0#-PR-R1----------Relé de Protección Micom P343.
U0#-PR-R2----------Relé de Protección Micom P141.
U0#-PR-TC----------Tableros de Control.

[56] Autores de tesis.

3.12.4.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA LAS PROTECCIONES.

Para el mantenimiento preventivo de los equipos de protección,se ha considerado realizar un mantenimiento anual, debido a que es un equipo electrónico y no se requiere de mantenimiento mecánico.

El procedimiento se ha elaborado aprovechando la experiencia del personal técnico de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur E.P, e información de los equipos de protección que posee la Central Hidroeléctrica Ocaña.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento Anual:

PR-R1---------- Protecciones –Relé de Protección Micom P343.

1. Verificación del tiempo de arranque y disparo de protección con un equipo dedicado (Sistema de prueba de relés).

PR-R2---------- Protecciones –Relé de Protección Micom P141.

1. Verificación del tiempo de arranque y disparo de protección con un equipo dedicado (Sistema de prueba de relés).

PR-TC---------- Protecciones–Tableros de Control.

1. Limpieza interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos, accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anti condensación.
4. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.
5. Análisis termográfico.

3.12.5 SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES (220/127 Vca y 125 Vcc).

3.12.5.1 DESCRIPCIÓN.

La central al tener equipos que funcionan con corriente continua y alterna; es necesario contar con estos sistemas.

Sistema de corriente continua: Los rectificadores deben actuar en paralelo, lo cual garantiza la continuidad del servicio de corriente continua, esto implica que no debe mantenerse en stand-by uno de los rectificadores.

Para el sistema de corriente continua se consideran los siguientes equipos:

Tabla 3.14 Características técnicas del Sistema de CC

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Rectificador trifásico tipo auto regulado	125Vcc, 100A
Banco de baterías tipo plomo-ácido	125Vcc, 60 celdas, rack metálico.

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

Cargador de Baterías.-Este elemento toma la tensión alterna provista por el transformador de servicios auxiliares y la convierte en una tensión continua que alimenta el banco de baterías y a todos los equipos de protección, control y medida de la Central; entregan 125 voltios y 100 amperios a voltaje y corriente nominal respectivamente, requieren de alimentación trifásica a 220/127 Vac y emplean regulación de tensión y corriente.

Sala de Baterías.- Se trata de una sala hermética que contiene un banco de baterías. Provee una acumulación de energía continua que será esencial en caso de fallas o cuando se produzcan cortes en el suministro eléctrico.

Rectificadores.-Solo uno de los rectificadores trabajará normalmente conectado en paralelo con el banco de baterías, manteniendo este en carga de flotación cuya

conmutación debe ser automática. En el caso de falla de éste entrará en operación automáticamente el segundo rectificador, con un tiempo de retardo de 20 segundos, cada rectificador deberá incluir diodos limitadores de tensión a fin de mantener a su salida un voltaje estable de 125Vcc.

El tiempo de duración del banco de baterías será de 150Ah.

El rango de voltaje de salida del rectificador permite la carga de baterías en una carga rápida. Los niveles de voltaje pueden ajustarse mediante potenciómetros ubicados en la unidad de tarjeta de control dentro del gabinete.

Después de un corte de energía el rectificador opera automáticamente.

La unidad de transferencia hacia la salida (baterías y equipos) ubicada en el gabinete del cargador se realiza de forma manual y automática.

Sistema de corriente alterna: Se ha instalado transformadores de servicios auxiliares de 160KVA cada uno, dos de ellos se alimentan desde los propios generadores de la Central a 13,8KV y un tercero desde la línea trifásica correspondiente a un alimentador que tiene la compañía Eléctrica Distribuidora CENTRO SUR a 22KV.

Para el sistema de corriente alterna se consideran los siguientes equipos:

Tabla 3.15 Características técnicas del Sistema de CA

ITEM	CARACTERISTICAS
2 Transformador Trifásico tipo Padmaunted	300 KVA--13800/220-127V
1 Transformador Trifásico tipo poste	160 KVA--22000/220-127V
Generador de Emergencia	

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

Transformador Trifásico tipo Pad Mounted.-Es un transformador trifásico para intemperie a 60 Hz, con refrigeración del tipo ONAN, diseñado para operación a 3000 m.s.n.m.

Figura No. 3.57.Transformador trifásico tipo Pedestal.[57]

Su parte activa está inmersa en un líquido aislante y refrigerante de tipo ACEITE MINERAL sin PCB's.

Lleva un conmutador de derivaciones a tanque de tierra y un cambiador de derivaciones sin carga.

Su temperatura admisible en el cobre medido por resistencia es de 65°C, y en el punto de cobre más caliente una temperatura de 110°C

Tabla 3.16 Características técnicas del Transformador de servicios auxiliares

Potencia (KVA)	Tensión Primaria (V)	Tensión Secundaria (V)
300	13800	220-127
Conexión	Corriente de excitación (%In)	Pérdidas vacío al 100% del Vn (W)
Dyn5	2	758

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

[57] Documento técnico ALSTOM

Transformador Trifásico tipo poste.- Es un transformador trifásico a 60 Hz, con refrigeración del tipo ONAN, diseñado para operación a 1000 m.s.n.m.

Su parte activa está inmersa en un líquido aislante y refrigerante de tipo ACEITE MINERAL.

Lleva un conmutador de derivaciones para operación sin carga y operación manual de 5 posiciones en un rango ±2x2,5%.

Su temperatura ambiente máxima de operación a 1000 m.s.n.m, será de 40°C y los incrementos máximos de temperatura: a) de la parte superior del refrigerante 50°C, b) del promedio de devanados 55°C y c) del punto caliente de devanados 65°C.

Tabla 3.17 Características técnicas del Transformador de servicios auxiliares

Potencia (KVA)	Tensión Primaria (V)	Tensión Secundaria (V)
160	22000-13800	220-127
Conexión	Corriente en vacío (%)	Pérdidas vacío a 20°C (W)
YnD5	2,4	16384

Fuente: Catálogo de Equipos de ALSTOM

Grupo Electrógeno.- El generador modelo QSL9-G3/G5 ha sido diseñado como una unidad autónoma para proporcionarenergía, en baja tensión, a la subestación, de forma que permita que en esta operen correctamentesus servicios esenciales durante un corte de suministro del transformador depoder o del transformador de servicios

Figura No. 3.58.Grupo Electrógeno.[58]

[58]Documento técnico SIEMENS.

auxiliares. En la figura 3.58se muestra una fotografíadel grupo electrógeno sin su cámara de insonorización.

El motor diesel que acciona el grupo electrógeno está diseñado especialmente para cumplircon esta función. El motor es de 4 o 2 tiempos e ignición por compresión.

El sistema de refrigeración consta de un radiador, un ventilador de gran capacidad y untermostato. El generador tiene su propio ventilador interior para enfriar sus componentesinternos. El motor y el generador están acoplados y montados sobre un bastidor de acerode gran resistencia, este bastidor incluye un depósito de combustible con una capacidadaproximada de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

El grupo electrógeno está dotado de unos aisladores de vibración diseñados para reducirlas vibraciones transmitidas por el motor a la fundación sobre la que está montado el grupoelectrógeno. También cuenta con una cámara de insonorización que permite aislar el ruidogenerado por el grupo cuando está trabajando.

Tabla 3.18 Características técnicas del Grupo Electrógeno

Modelo	DQDCA
Frecuencia	60Hz
Tipo de Combustible	Diesel
Capacidad Nominal en KW	300 en espera
	270 principal

Fuente: Catálogo especificaciones técnicas de Power Generation

Transferencia de Servicios auxiliares.-Para la alimentación de los servicios auxiliares se considera en dos etapas, la primera es antes del arranque de los grupos generadores, en donde se da prioridad a la red de la Empresa eléctrica y en caso de falla entrará el grupo generador de emergencia, y la segunda es después del arranque del grupo generador, dando prioridad a uno de los dos transformadores auxiliares.

La alimentación de los diferentes circuitos de los servicios auxiliares, se realiza desde los transformadores indicados a través de un tablero de transferencia, desde las barras de este tablero de transferencia se alimentarán los diferentes circuitos y subtableros.

Con los generadores de la Central Parados, el tablero de Transferencia Eléctrica debe poner en marcha un grupo electrógeno y conmutar la carga automáticamente cuando se produce un fallo en la línea de energía eléctrica a 22KV.

En la gráfica 3.59 se describe la secuencia de transferencia de los servicios auxiliares en caso de operación normal o falla.

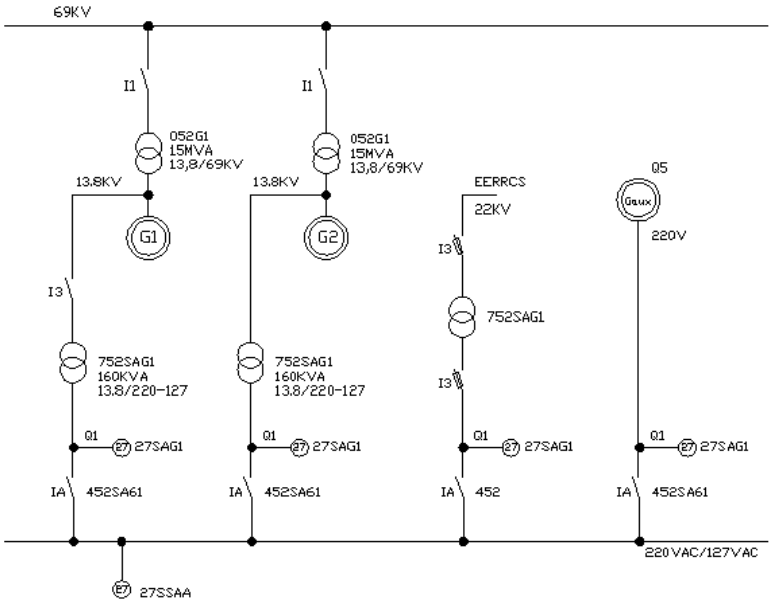


Figura No. 3.59.Secuencia de Transferencia de Servicios Auxiliares.[59]

Modo de energía normal con la red de 22KV: Bajo circunstancias normales, cuando la energía externa desde la línea a 22 KV está disponible, el Tablero de transferencia Automático censa la tensión de línea (27 EERCS) y conecta la energía a la carga a través del interruptor de potencia (452 EERCS). Un cargador de Baterías incorporado mantendrá la batería de arranque del generador cargada.

[59] Autores de tesis.

Cuando ocurre el corte de energía: Cuando el voltaje de línea externa cae amenos del valor de referencia, o falla por completo, el sistema de control iniciará automáticamente su secuencia de arranque del grupo generador, para luego conmutar la carga a la energía suministrada por el mismo.

El tiempo de conmutación para estos equipamientos, es tan corto que no debe producirse ninguna variación en el sistema, considerando que el sistema de control: PLC, Componentes de red, etc., estarán operando con el sistema de corriente continua.

Cuando Arranca el grupo generador: En el momento que entra a funcionar uno de los generadores, entonces la alimentación de los servicios auxiliares, se realizará por medio del transformador de servicios auxiliares de 160KVA, los cuales son alimentados desde los propios generadores de la Central a 13,8KV.

.

Cuando el falla el sistema de alimentación de corriente continua: Los servicios auxiliares de corriente continua, actúan debido a la salida de servicio del alimentador Primario, del generador diesel de emergencia o de ambos. Debido a que el sistema de control, comunicaciones y aún la instrumentación de campo, funcionarán con corriente continua, compuesto por un cargador / rectificador y un banco de baterías.

Ante la salida de servicio del alimentador Primario, tablero de fuerza (falla de interruptor principal de entrada) o de ambos, ingresará en operación el generador diesel de emergencia por actuación del tablero de transferencia Automática.

De producirse también una falla en el generador diesel, será el banco de baterías el que alimente al sistema de control y comunicaciones, naturalmente con la autonomía determinada por las características del banco de baterías.

En condiciones de falla del alimentador primario y del generador de emergencia, simultáneamente, será posible actuar las compuertas radiales y aquellas comandadas por actuadores eléctricos, únicamente a pie de equipo y de manera manual.

3.12.5.2 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.

Para el arranque de la unidad de generación es necesario que se cumplan ciertas condiciones de seguridad las cuales nos permitan tener las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo de la Central, estas condiciones se detallan en la lógica de la figura 3.60,en donde la condición principal es tener tensión de corriente alterna en las barras de SSAA y tensión de corriente continua en los tableros, para lo cual se considera lo siguiente:

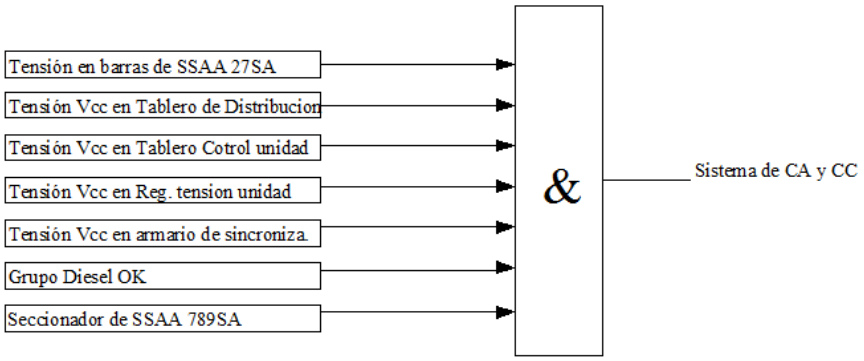


Figura No. 3.60.Lógica Servicios Auxiliares.[60]

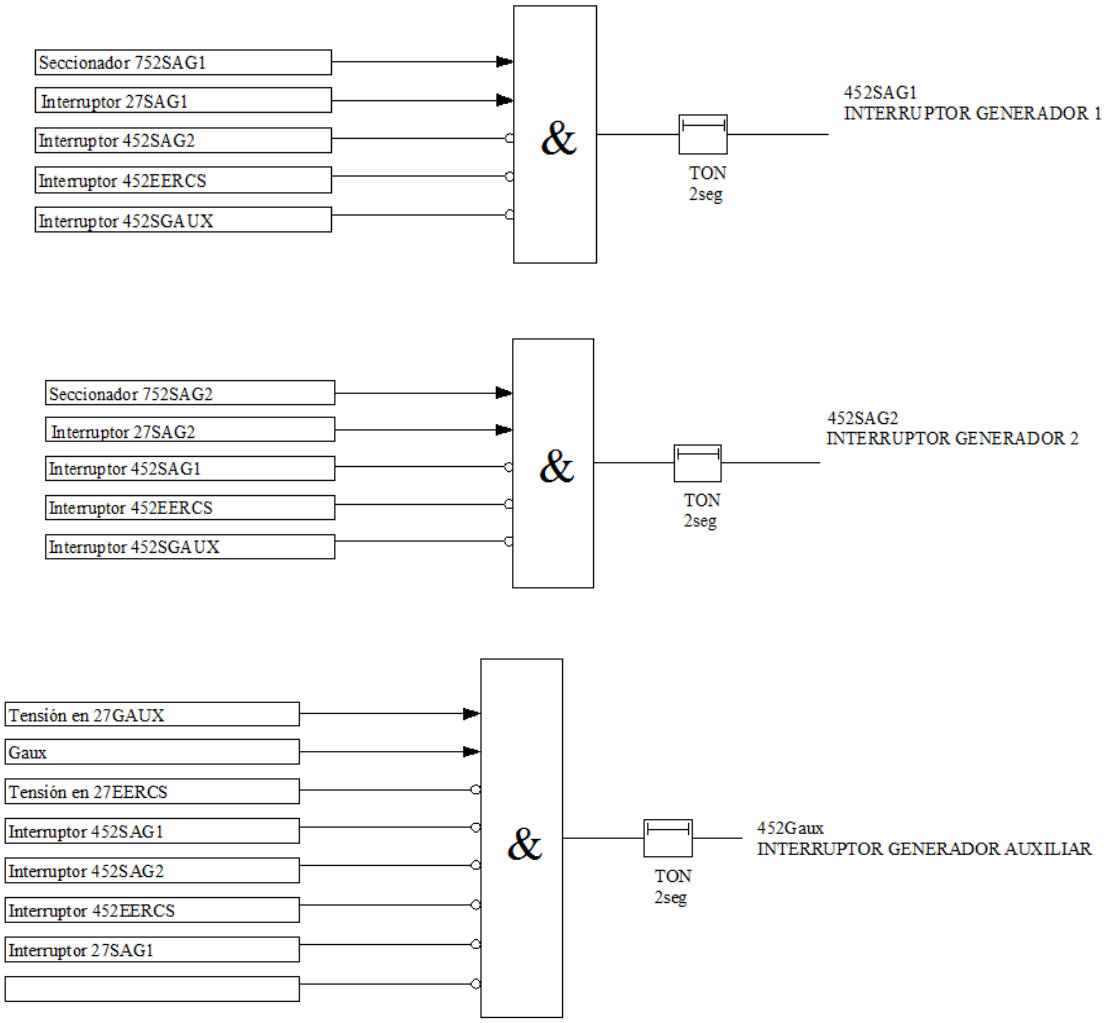
1. El Seccionador de SSAA esté cerrado.
2. Tener tensión en la barra de SSAA (27SA medidor de voltaje).
3. Tener un respaldo de corriente continua, para la alimentación de los tableros de distribución, control, regulador de tensión y armario de sincronización.
4. El generador de emergencia esté funcionando.

Para comprender el funcionamiento de la transferencia de los servicios auxiliares, se realizaron las lógicas, tales que nos permitan tener una visión más amplia de la operación de estos servicios.

[60] Autores de tesis.

Para ello se consideró que la barra de servicios auxiliares debe estar siempre con un voltaje de corriente alterna, para lo cual al tener varias fuentes de alimentación, como son los 2 transformadores de servicios auxiliares, la alimentación por parte del transformador de la empresa eléctrica y el generador auxiliar.

Para la alimentación de voltaje alterna a la barra se tiene presente la posición de los interruptores que efectúan el cierre y por consiguiente la alimentación a la barra, es decir se considera al interruptor 452SAG1, 452SAG2, 452EERCS, 452Gaux.



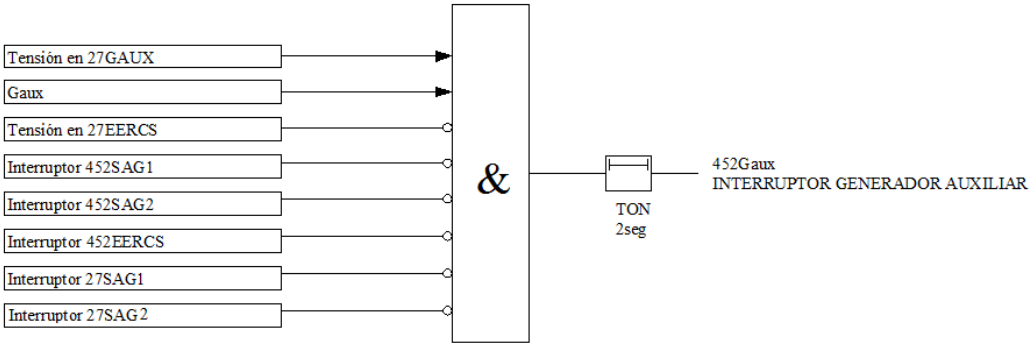


Figura No. 3.61.Lógica de transferencia Servicios Auxiliares.[61]

3.12.5.3 ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROGRAMA SISMAC.

La siguiente codificación sirve para el ingreso de datos en el programa SISMAC, en donde se hace un desglose de los equipos principales que lo conforman.

El código de la unidad es **U** y luego va el número de la unidad 1 o 2, se coloca el símbolo (**#**) para indicar que puede ser cualquier unidad de generación.

Para la codificación se ha considerado de la siguiente manera:

U0#-AX---------- Servicios auxiliares

U0#-AE-CB----------Cargador de Baterías
U0#-AE-BB----------Banco de Baterías
U0#-AX-CC----------Centro de carga
U0#-AX-CD----------Tablero de distribución de 125Vcc-Vca
U0#-AX-SC----------Seccionador 13,8 KV.
U0#-AE-TX----------Transformador auxiliar
U0#-AE-GX----------Generador auxiliar

[61]Fuente: Autores de tesis.

3.12.5.4 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA SERVICIOS AUXILIARES.

Para el mantenimiento preventivo de los equipos de los servicios auxiliares se ha considerado proponer un mantenimiento anual, semestral, y mensual; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar.

Para cada periodo de mantenimiento se deberán generar órdenes de trabajo, con las distintas actividades que se deben intervenir en los equipos de servicios auxiliares.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Actividades de mantenimiento mensual:

PR-CB---------- Servicios Auxiliares–Cargador de Baterías.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura del gabinete.
2. Verificación de estado de las alarmas del cargador.
3. Verificación de voltaje de flotación de las baterías.
4. Medida de la tensión continúa hacia la carga Vcc.

PR-GX---------- Servicios Auxiliares –Generador auxiliar

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura.
2. Verificación Operacional (tiempo de Operación 1Hr)

PR-BB---------- Servicios Auxiliares–Banco de Baterías.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura del gabinete.
2. Inspección visual del estado de las baterías (búsqueda de derrames o sulfatación de conexiones).
3. Verificación de los extractores de aire de la sala de baterías.
4. Verificación de voltaje de flotación de las baterías.

5. Revisión de baterías una a una, con instrumentación.
6. Revisión de electrolito.

Actividades de mantenimiento Semestral:

PR-BB---------- Servicios Auxiliares –Banco de Baterías.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura del gabinete.
2. Inspección visual del estado de las baterías (búsqueda de derrames o sulfatación de conexiones).
3. Verificación de los extractores de aire de la sala de baterías.
4. Verificación de voltaje de flotación de las baterías.
5. Revisión de baterías una a una, con instrumentación.
6. Revisión de electrolito.
7. Realizar mediciones y lecturas de Tensión de la Batería, tensión del electrolito, y temperatura ambiente.

PR-GX---------- Servicios Auxiliares –Generador auxiliar

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura.
2. Verificación Operacional (tiempo de Operación 1Hr)
3. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

AX-CA---------- Servicios auxiliares–Centro de carga.

1. Limpieza interna tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del sistema anti condensación.

AX-CD---------- Servicios auxiliares–Tablero de Distribución 125Vcc-Vca

1. Limpieza interna del tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del sistema anti condensación.

AX-SC---------- Servicios auxiliares–seccionador 13,8kV.

1. Verificación del estado y funcionamiento del equipo.

AX-TR---------- Servicios auxiliares–Transformador de servicios auxiliares.

1. Limpieza interna cubículo, transformador, equipos y accesorios.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.

Actividades de mantenimiento Anual:

PR-BB---------- Servicios Auxiliares –Banco de Baterías.

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura del gabinete.
2. Inspección visual del estado de las baterías (búsqueda de derrames o sulfatación de conexiones).
3. Verificación de los extractores de aire de la sala de baterías.
4. Verificación de voltaje de flotación de las baterías.
5. Revisión de baterías una a una, con instrumentación.
6. Revisión de electrolito.
7. Realizar mediciones y lecturas de Tensión de la Batería, tensión del electrolito, y temperatura ambiente.

PR-GX---------- Servicios Auxiliares –Generador auxiliar

1. Inspección de conexiones a tierra, óxido y pintura.
2. Verificación Operacional (tiempo de Operación 1Hr)
3. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

AX-CA---------- Servicios auxiliares–Centro carga.

1. Limpieza general de cubículos, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Verificación del sistema anti condensación.
4. Limpieza e inspección de contactos de Interruptores.
5. Medición de aislamiento eléctrico de barras de 220V.
6. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

AX-CD---------- Servicios auxiliares–Tablero de Distribución 125Vcc-Vca

1. Limpieza interna del tablero, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.

AX-TR---------- Servicios auxiliares–Transformador de servicios auxiliares

1. Limpieza interna cubículo, transformador, equipos y accesorios.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos y accesorios de control.
3. Ajuste de conexiones, terminales y puesta a tierra.
4. Análisis de los resultados de pruebas realizadas sobre el aceite aislante (físico-químico, cromatográfico y de furanos).
5. Pruebas eléctricas (Resistencia de aislamiento, factor de potencia, Relación de transformación, corriente de excitación).
6. Ensayo de presión al tanque (Hermeticidad).

CAPITULO

4

INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS.

4 INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS

4.1 ANTECEDENTES

Una vez analizado los subsistemas de la Central Hidroeléctrica Ocaña, se compaginarán todos los datos adquiridos y se analizará todo el sistema trabajando en conjunto siguiendo paso a paso las funciones que desempeñan estos hasta obtener la acción esperada, consiguiendo así obtener una lógica de operación y un plan de mantenimiento de la Central hidroeléctrica Ocaña desde su embalse hasta el la unidad de generación hidroeléctrica.

El plan de implantación de la gestión de mantenimiento está basado en el programa de gestión de mantenimiento asistido por computador SISMAC, la cual se desarrolló en el capítulo 2 (Implementación del Sismac en la Central Ocaña), a partir de estos datos la integración se estableció de la siguiente manera:

Planificar la integración: Consta de planificar la integración de cada subsistema y del sistema en su conjunto. Consiste en definir el orden en el que se integrarán los elementos contenidos en un subsistema, el orden que se eligió fue desde las obras de Captación y Reservorio pasando por la Unidad Turbina-Generador hasta llegar a la Subestación Ocaña. .

Implementar componentes: Mediante esta actividad se completa una parte de la implementación de forma que se puede entregar para la integración, se hace referencia a los equipos que componen cada uno de los subsistemas con sus respectivos planes de mantenimiento.

Integrar los subsistemas: Consiste en integrar los elementos en un subsistema de implementación y, a continuación, entregar el subsistema de implementación para su integración en el sistema.

Integrar el sistema: Consiste en integrar los subsistemas en un sistema general obteniendo un funcionamiento en conjunto estableciendo a su vez un plan de mantenimiento del Sistema de Unidad de Generación.

Estructura Organizacional: La estructura organizacional es un medio del que sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos con eficacia. Para la construcción y equipamiento de la Central Hidroeléctrica el Directorio de ELECAUSTRO, mediante resolución Nº 164-0801, aprobó la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ocaña mediante la contratación por especialidad, determinándose las siguientes:

- Obras civiles, tubería de presión y equipo hidromecánico
- Ingeniería y suministro de los equipos hidro-electromecánicos.
- Adquisición de transformadores, subestación y sistema SCADA
- Montaje de turbinas y generadores
- Construcción de obras civiles, suministro y montaje de la línea de transmisión.

El flujograma siguiente muestra la organización de la estructura de Elecaustro para la construcción de la Central Hidroeléctrica Ocaña:

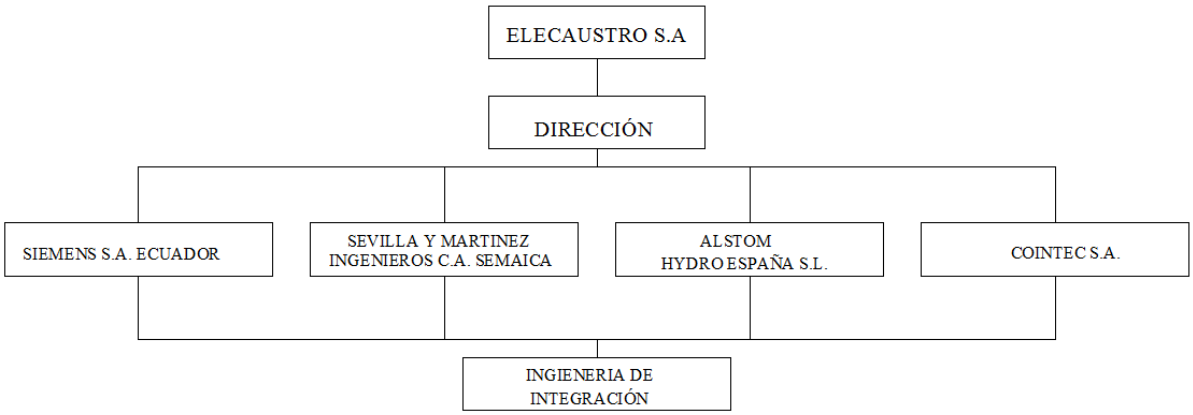


Grafico No.4.1 Flujograma ELECAUSTRO.[1]

CAMINOSCA Caminos y Canales C. Ltda., fue contratada por ELECAUSTRO para que efectúe la gerencia, Fiscalización y administración de los cinco contratos,

1. **SEVILLA Y MARTINEZ INGENIEROS C.A. SEMAICA** - CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES, TUBERÍA DE PRESIÓN Y EQUIPO HIDROMECÁNICO.[1]

2. **ALSTOM HYDRO ESPAÑA S.L.** INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE LOS EQUIPOS HIDRO-ELECTROMECÁNICOS

3. **SIEMENS S.A. ECUADOR**.- ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES, SUBESTACIÓN Y SISTEMA SCADA.

4. **SEVILLA Y MARTINEZ INGENIEROS C.A. SEMAICA.-** MONTAJE DE TURBINAS, GENERADORES Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS RELACIONADOS Y PUESTA EN MARCHA DE LA CENTRAL.

5. **COINTEC S.A.-** CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO Y MONTAJE DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

[1]Autores de tesis.

Organigrama: El mantenimiento y operación de la Central estará a cargo de ELECAUSTRO, y específicamente en las áreas de mantenimiento se contara con ejecutores de mantenimiento, divididos en el área de mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico y mantenimiento civil.

Para tener una idea de cómo es la estructura administrativa de la Central a continuación se muestra su organigrama.

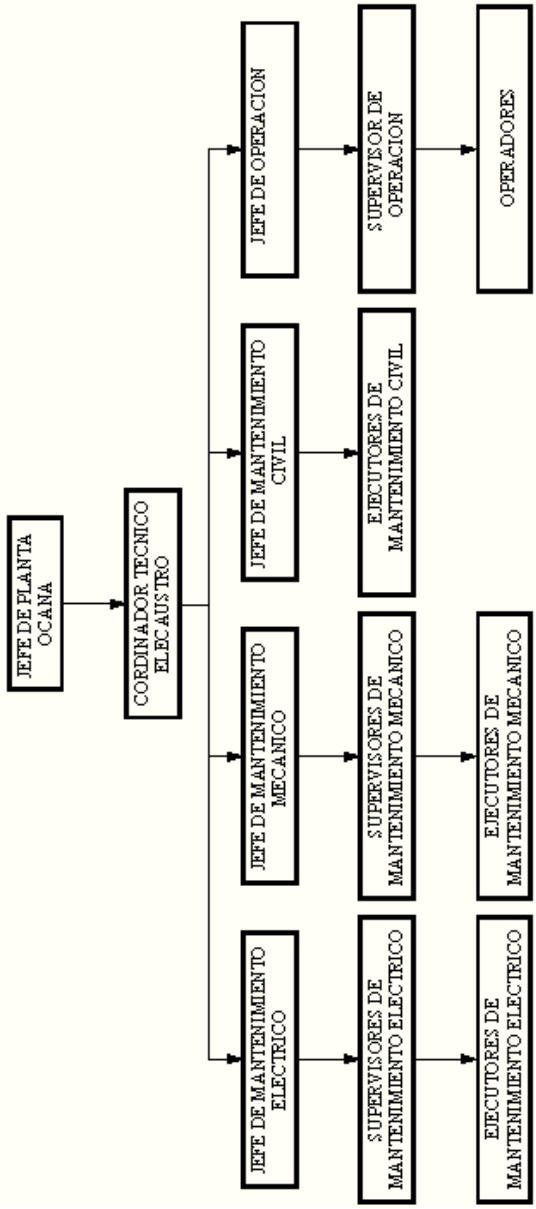


Grafico No.4.2 Organigrama de la Central Ocaña.[2]

[2]Autores de tesis.

4.2 OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA OCAÑA

Para el arranque de la unidad, primeramente se tiene que elegir el tipo de arranque, es decir se tiene las opciones de arranque manual y arranque automático.

Para nuestro proyecto de tesis se hizo un análisis con una orden de arranque automático, una vez establecidas las condiciones de arranque se tiene que seguir los siguientes pasos:

1.0 Se da laorden de arranque de la unidad ya sea de la unidad 1 o 2,luego de dar la orden se tendrá un tiempo máximo de espera para continuar al siguiente paso, en caso de que se exceda el tiempo preestablecido, se procederá a realizarse un paro normal y regresar al inicio del proceso de arranque.

1.1 Verificar las precondiciones de arranque que se detallaron en el capítulo 3 de cada uno de los subsistemas de la Centra Ocaña, considerando que deben cumplirse todas las condiciones, en el caso de que no se cumpla una de ellas, se procederá a realizarse un paro normal y regresar al inicio del proceso de arranque.

1.2 Sistema de Refrigeración en servicio y Calefacción Apagada.-En este paso se tiene que cumplir todas las condiciones de calefacción estén apagados y arrancar el sistema de refrigeración, manteniendo una adecuada presión en el sistema, además se debe considerar un flujo de >= 75% en los cojinetes.

1.3.1 Apagar la Calefacción

1.3.2 Arrancar el sistema de Refrigeración (SAE)

1.4 Aplicación de frenos.-En primera instancia al momento del arranque de la unidad el sistema de frenos debe estar aplicado, es decir el rotor esta frenado.

1.5 Puesta en servicio del Sistema Oleohidráulico, Aspiración de Vapores y Lubricación Forzada.

1.5.1 Arrancar el sistema de aspiración de vapores de aceite en los cojinetes.- Debido que al circular aceite por los cojinetes, y al aumentar la temperatura, se evaporará este aceite y creará vapores que afectarían a la unidad, por lo que se hace necesario evacuar estos vapores por medio del sistema de aspiración.

1.5.2 Arrancar la Lubricación Forzada.-El swicth de presión de lubricación forzada debe estar accionado, con lo que por medio de este sistema se generará aceite y por ende refrigerará a los cojinetes de la unidad al momento de girar.

1.5.3 Arranque del Sistema Oleohidráulico.- Puesta en marcha de las bombas de regulación M1 - M2 y acumulador de llenado, que van a inyectar aceite en el sistema, como seguridad se verifica que el contacto de presión de aceite normal este activado, es decir se tenga una presión normal.

1.6 Parar Sistema de Frenos.-Una vez revisado los sistemas de agua de enfriamiento, sistema de aspiración de vapores de aceite, la lubricación forzada y sistema óleo, entonces se procede a desaplicar todos los frenos que frenan al eje.

Una vez cumplidas estas condiciones de seguridad para que la unidad de generación arranque con normalidad, se procederá al llenado de la turbina, para lo cual se debe considerar lo siguiente:

1.7 Abrir By Pass.-Para lograr una presión establecida se tiene que proceder a la excitación del Electro distribuidor de la válvula by-pass(E30), la cual nos permite conectar el distribuidor con el caracol con la finalidad de igualar las presiones de la tubería aguas arriba con respecto a la de aguas abajo de la válvula esférica, para poder arrancar la turbina.

Por lo que se tiene que considerar que el contacto de by-pass esté abierto (C28), y los detectores de presión aguas arriba (C79) y aguas abajo (C78) estén activos, es decir se tenga una misma presión en ambos lados.

1.8 Abrir sellos Energizar.-Una vez equilibradas las presiones y abierto el by-pass, se procede a la excitación del Electro distribuidor de la válvula de sellos (E40), manteniendo los contactos de sellos aguas arriba (C37) y aguas abajo (C39) desaplicados.

1.9 Abrir Válvula Esférica.-Al tener desaplicados los sellos se activa el Electro distribuidor de la válvula esférica (E31), teniendo el contacto de la válvula esférica abierta (C30), en este punto se tiene que considerar que los contactos (C31-C32-C33) están parcialmente abiertos indicándonos así que la válvula se abierto permitiéndonos la circulación de caudal de agua hacia la turbina.

1.10 Cerrar By-Pass.-Al tener un flujo de agua por la válvula esférica, es necesario que la válvula by-pass este desactivada, por lo que se tiene que desenergizar al Electro distribuidor de la válvula by-pass (E30), manteniendo los contactos de By-pass (C29) cerrado y (C28) abierto indicándonos que la válvula by-pass está cerrada.

2.0 Energizar Electro distribuidor de Seguridad.-Al tener cerrado el by-pass se tendrá que excitar los electro distribuidores de seguridad (E24), el tiempo de actuación de este Electro distribuidor es de 1segundo, el cual nos va a permitir el paso del aceite a los deflectores, que actuaran en caso de fallo o de emergencia.

Al tener abierta la válvula esférica y cerrado la válvula by-pass, la turbina comenzara a girar, por lo que es necesario controlar la velocidad de rotación de la turbina por medio del regulador de velocidad NEYPRIC T-SLG.

2.1 Activar Regulador NEYPRIC T-SLG.-Activar orden R0 del regulador NEYPRIC T-SLG, en donde la turbina pasa a ser gobernada bajo la secuencia programada en el regulador, logrando controlar la velocidad de la turbina en la cual la velocidad de la turbina asciende hasta llegar a la velocidad nominal, manteniendo únicamente un inyector en servicio.

Una vez alcanzado el 85% de la velocidad nominal (umbral pre programado en el regulador NEYPRIC T-SLG) se apagara la lubricación forzada y se excita al alternador.

2.2 Apagar bomba de lubricación forzada.-La lubricación forzada solo nos sirve para inyectar aceite en los cojinetes, en el momento que la turbina comienza a girar este sistema se apagara.

2.3 Excitación del Alternador.-Se tiene que revisar que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que la Excitación esté conectada.
- Voltaje del Generador >=95%.
- La turbina ha alcanzado el 95% de la velocidad nominal.

Una vez alcanzada el 95% de la velocidad nominal (umbral pre programado en el regulador de velocidad NEYPRICT-SLG se procederá a la puesta en servicio del síncrono acoplador.

El regulador NEYPRIC T-SLG lleva a la turbina a la frecuencia patrón seleccionado.

El síncrono acoplador tiene la característica de operar en forma manual o automática, para lo que se tendrá que realizar la elección.

2.4 Orden de cierre 052G manual

2.5 Orden de cierre 052G remoto

En ambos casos ya sea manual o automático se tiene que igualar el voltaje y la Frecuencia al valor de la red, la frecuencia actuando sobre R21 (+) aumentar velocidad y R22 (–) disminuir velocidad.

Cuando se cumplen las condiciones de tensión, frecuencia y fase, el operario o el acoplador darán la orden de cerrar el disyuntor 052G, este es un interruptor motorizado, y puede abrirse o cerrarse bajo carga.

2.6 Desconectar el síncrono acoplador.-Una vez cerrado el disyuntor 052G y sincronizada la unidad de generación a la red, el síncrono acoplador se desconecta y se pone nuevamente en servicio para la sincronización de la otra unidad.

Confirmando siempre que el 052G esté cerrado y el seccionador está cerrado.

2.7 Cerrar el interruptor de SSAA 752SA.-Al cerrar el interruptor de servicios auxiliares se tendrá una tensión constante en las barras, manteniendo alimentados a todos los tableros de control de la CentralOcaña.

.

4.3 LOGICA DE FUNCIONAMIENTODE ARRANQUE DE LA UNIDAD DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL OCAÑA.

La lógica de arranque de la unidad de generación de la central Ocaña, se basa en una lógica de paso-transición, la cual tiene un rango de tiempo de espera hasta que se cumpla la acción requerida, en caso de no realizar algún paso, se tendrá que realizar un paro normal y seguidamente retornar al inicio del proceso de arranque de la unidad.

El tiempo de arranque de la unidad no debe ser superior a 10 minutos, según tiempo de cada paso.

Toda esta lógica de Operación de la Central Ocaña, se basa en las recomendaciones y diagramas de conexión de los distintos proveedores de los equipos, los cuales establecen ciertas precondiciones y condiciones de arranque de las unidades.

La lógica de integración para la secuencia de arranque de la unidad se encuentra en el anexo 8, en la cual se detallan los pasos a seguir para el arranque y sincronización de la unidad.

4.4 ESTRUCTURA DE EQUIPOS EN UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL OCAÑA.

Dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Ocaña, se ha identificado los sistemas y a su vez los equipos que tienen cada una de las unidades de generación mediante una codificación que abajo se detallan. Esta estructura nos sirve para identificar el sitio exacto en la cual se encontrara información del equipo y más que todo para generar las ordenes de trabajo para su respectiva intervención.

La estructura general de Casa de Maquinas constan las 2 unidades de generación eléctrica que son la base para la determinación de controles en las actividades de mantenimiento eléctrico y mecánico.

Esta estructura es una recolección de datos de los equipos de los sistemas descritos en el capítulo 3 agrupados en una estructura de árbol que se detalla a continuación, esta estructura es la que va ha ser ingresada en el programa de mantenimiento SISMAC específicamente en el inventario técnico.

Nivel 1.- Localizaciones

Nivel 2.- Instalaciones

ELECAUSTRO[3].

Código……Denominación.

CO……..…...Central Ocaña

U01……....Unidad de generación No.1

U02……....Unidad de generación No.2

Las 2 unidades se encuentran codificadas según se explica abajo.

[3] SISMAC, © 2005 C&V Ingeniería, Cía. Ltda., Para ser utilizado en la central Hidroeléctrica Ocaña.

El código de la unidad es **U** y luego va el numero de la unidad desde la 1 a 2.

Nivel 3.- Familias (Sistemas).

Código……Instalación

└U0#……....Unidad de generación No. #

Código……..Subsistema.

U# -CR……Captación y Reservorio
U# -VE……..…..Válvula Esférica
U# -TH…….Turbina
U# -GE…….Generador.
U# -AE……..…Agua de enfriamiento.
U# -SO……..Oleohidráulico.
U# -RV…….Regulación de Velocidad.
U# -EF……..Elevación y Frenos
U# -EX……..…Exitación y Regulación de Voltaje.
U# -SH…….Sincronización.
U# -TU…….Subestación Ocaña-Cañar
U# -SA……..Servicios auxiliares

Nivel 4.- Equipos

U0#-RC……..Reservorio y Captación

U0#-RC-EQ……..Equipo en general
U0#-RC-IN……Instrumentación
U0#-RC-SM……..Servomotores – Motores
U0#-RC-SM……...Válvulas.
U0#-RC-TI……Tablero de interconexión

U0#–VG……..**Válvula de guarda (esférica).**

U0# -VE-EQ……..Equipo en general.
U0# -VE-SE……..Sellos.
U0# -VE-TV…….Tuberias,valvulas y accesorios.
U0# -VE-TL……..Tablero de control.
U0# -VE-IN……..Instrumentación.

U0#-TH……..Turbina Hidráulica

U0#-TH-IN……..Instrumentación
U0#-TH-IY……..Inyectores
U0#-TH-EQ……..Equipo en general
U0#-TH-RT……..Recinto Turbina
U0#-TH-CG……..Cojinete Guía
U0#-TH-RD……..Rodete
U0#-TH-SV……..Servomotor
U0#-TH-TI……..Tablero de interconexión
U0#-TH-IY……..Inyectores

U0#-GE……..Generador

U0#-GE-CJ……..Cojinete guía inferior
U0#-GE-AE……..Agua de enfriamiento
U0#-GE-ER……..Estator – Rotor
U0#-GE-AR……..Anillos rozantes
U0#-GE-IN……..Instrumentación
U0#-GE-PT……..Equipo de puesta a tierra

U0#-AE……..Agua de enfriamiento

U0#-AE-TV…….Tuberías, válvulas y accesorios
U0#-AE-BO……..Bombas
U0#-AE-EQ……..Equipo en general
U0#-AE-CI……..Cisterna
U0#-AE-TC……..Tablero de Control

U0#-GO……..Grupo Oleohidráulico

U0#-AE-TV……...Tuberías, válvulas y accesorios.
U0#-AE-TV……Tanque y Cuba.
U0#-AE-MO……Motobomba.
U0#-AE-AE……Circuito de agua de enfriamiento
U0#-AE-TC…….Tablero de Control

U0#-RV……..Regulador de velocidad

U0#-RV-RE……..Regulador T-SLG.

U0#-EF……..Elevación y Frenos

U0#-EF-TV……...Tuberías, válvulas y accesorios.
U0#-EF-TQ……...Tanque y Cuba.
U0#-EF-GR……...Gato y recinto.
U0#-EF-AE……...Bomba.
U0#-EF-TL……...Tablero de Control.

U0#-EX……..Excitación

U0#-EX-MV……...Motores de ventilación
U0#-EX-VE……...Ventiladores
U0#-EX-TX……...Trafo de excitación
U0#-EX-TL……...Tablero de Control

U0#-SI……..Sincronización

U0#-SI-UN……...Unitrol 1000 de ABB.
U0#-SI-SN……...Synchrotact 5.

U0#-TU……..Transformador Principal.

U0#-TU-TR……...Transformador.
U0#-TU-TL……...Tableros de Control.

U0#-IS……..Interruptor-Seccionador-Pararrayo

U0#-PR-DY……...Interruptor Tripolar en SF6
U0#-PR-SC……...Seccionador Tripolar
U0#-PR-PY……...Pararrayos
U0#-PR-TC…….Transformador de Corriente 5P20
U0#-PR-TP……...Transformador de Potencial 3P

U0#-PR……..Protecciones

U0#-PR-R1……...Relé de Protección Micom P343.
U0#-PR-R2……...Relé de Protección Micom P141.
U0#-PR-TC……...Tableros de Control.

U0#-AX……..Servicios auxiliares

U0#-AE-CB….Cargador de Baterías
U0#-AE-BB….Banco de Baterías
U0#-AX-CC….Centro de carga
U0#-AX-CD…..Tablero de distribución de 125Vcc-Vca
U0#-AX-SC…..Seccionador 13,8 KV.
U0#-AE-TX…...Transformador auxiliar
U0#-AE-GX…...Generador auxiliar

4.5 ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA LA CENTRAL OCAÑA.

La planificación de mantenimiento del sistema integrado de la Central Hidroeléctrica Ocaña, se ha basado en el programa de mantenimiento asistido por computadora "SISMAC" como se mencionó en el capítulo 2, en el cual se ha establecido una planificación de mantenimiento preventivo, proponiendo periodos de mantenimiento anual, semestral, trimestral y bimestral para cada uno de los equipos; en estos mantenimientos existen varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar, con lo que se completó la gestión de mantenimiento para la Central Hidroeléctrica Ocaña.

En nuestro plan de mantenimiento elaborado, existen muchas tareas que requieren datos de medición de ciertos parámetros que constituyen indicativos del estado de la maquinaria (Vibraciones, temperatura, corrientes, etc.) o determinan el estado de desgaste de un elemento.

Una alternativa que nos permite integrar el Sismac es la flexibilidad que tiene este programa a los siguientes parámetros:

- Sistema Scada
- Equipos de Predictivo
- Instrumentación de Planta
- Software Técnico
- Software de Oficina

La Central Ocaña al tener implementado un **Sistema de Supervisión y Control SCADA**que tiene la capacidad de adquirir datos y distribuir la información en tiempo real y al ser un sistema abierto con la opción de integración mediante la Plataforma OPC, podemos integrar a nuestro programa de mantenimiento asistido por computadora este sistema, consiguiendo tener un mantenimiento predictivo como complemento del preventivo, para que sea, el estado del equipo, el que determine su intervención, logrando programar reacondicionamientos periódicos antes que ocurran los problemas que estadísticamente se puedan esperar, sabiendo conanticipaciónlas posibles fallas en los grupos de máquinas similares, siempre y cuando se tomen promedios durante un tiempo largo.

La utilidad hojas de campo (fichas de parámetros predefinidos por el usuario) del programa Sismac provee la facilidad de recopilar y almacenar estos datos, teniendo entre otros, los siguientes atributos:

- Se pueden crear hojas de datos conforme a las necesidades de la empresa.

- Permite fijar valores de alarma.

- Presenta reportes de equipos que ya sobrepasaron los valores de alarma prefijados por el usuario.

- Ayuda a realizar proyecciones estadísticas de tiempo de falla.

Este trabajo propone la identificación de las causas que están provocando las fallas entre intervenciones programadas, la identificación de las posibles fallas que se pudieran presentar y la aplicación de las actividades de Mantenimiento que se consideren convenientes para disminuir el impacto cuando estas se presentan.

Dar prioridad a la aplicación del Mantenimiento Predictivo basado en análisis de condición operativa, contribuirá a la reducción de las fallas durante la operación, frente a las actividades periódicas del Mantenimiento Preventivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El Proyecto de la Propuesta para la Gestión de Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña, brindará información general de la Central al personal de operación y mantenimiento, y de manera particular entregaría la información necesaria del plan de mantenimiento de los equipos para el ingreso de los datos en el programa de mantenimiento asistido por computadora SISMAC.

- El sistema de mantenimiento que se adaptó a los requerimientos de la Central Ocaña fue el RCM (Mantenimiento basado en Confiabilidad), el cual optimiza la implementación del Mantenimiento Preventivo basado en la confiabilidad y datos de los fabricantes de los equipos, cumpliendo las metas y objetivos planteados por la empresa en un ciclo de mejora continua.

- La aplicación del mantenimiento preventivo a los equiposde la Central representa una inversión que a mediano y largo plazo demostrara beneficios monetarios y operacionales, siempre y cuando el costo de mantenimiento periódico no sobrepase el costo-beneficio de una maquina y sea más rentable la obtención de una nueva.

- La gestión de mantenimiento representa una herramienta importante en seguridad laboral, debido a que en la mayoría de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser evitados con una simple inspección periódica; manteniendo las áreas y ambientes de trabajo en orden y limpias.

- Se determino el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña en base a un conocimiento previo de Centrales Hidroeléctricas y a visitas de campo realizadas en la obra. Determinándose que la Central es del tipo de agua fluyente con un reservorio de regulación, la cual aprovecha la energía hidráulica para accionar directamente a las Turbinas operando todo el año a un promedio del 90% de su capacidad instalada.

- El análisis de los subsistemas se lograron en base la desintegración del sistema de la Central Ocaña, alcanzando pasar de una complejidad mayor a una menor consiguiendo una mayor comprensión en el funcionamiento y las interrelaciones de sus partes.

- Se elaboró las lógicas de funcionamiento de los subsistemas en base al conocimiento previo de los manuales de los equipos de la Central, en estas lógicas se establecieron las condiciones necesarias para arrancar las Unidades Generación.

- Se propuso una planificación de mantenimiento de cada subsistema de la Central Ocaña basado en el programa de mantenimiento asistido por computadora SISMAC, estableciendo una estructura y codificación de los equipos y proponiendo varias actividades de acuerdo al periodo de mantenimiento que se va a realizar, estas actividades se realizaron en base a las recomendaciones de los fabricantes, este programa SISMAC es ideal para manejar el mantenimiento de la central Hidroeléctrica Ocaña.

- Se realizo un análisis de integración de los subsistemas mediante la compaginación de todos los datos adquiridos de los subsistemas previamente analizados,cumpliendo con las condiciones necesarias de tal manera que se complementen formando el sistema.

- Se estableció una lógica de funcionamiento en base al análisis y la integración de los subsistemas, en la cual se detalló elestado de los componentes antes y durante el arranque de la Unidad de Generación.

- La planificación de mantenimiento de todo el sistema de la Central Hidroeléctrica Ocaña se basó en el sistema de mantenimiento asistido por computadora “SISMAC”, el cual nos permitió programar el plan de mantenimiento en función del equipo a mantener.

- En el Ecuador el Directorio del Consejo nacional de Electricidad CONELEC, en el artículo 63 de la ley de régimen del Sector Eléctrico, estableció que el estado fomentara el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, a la banca del desarrollo, las universidades y las instituciones privadas, a fin de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles y así reducir en parte la contaminación en el planeta.

- Cabe resaltar la importancia del presente proyecto el cual nos permitió obtener conocimientos teóricos en los que se refiere a la gestión de mantenimiento en Proyectos Hidroeléctricos, el cual será aplicado a nuestra vida profesional.

RECOMENDACIONES

- Para realizar las actividades de mantenimiento a los equipos es necesario definir previamente su entorno operativo y reconocer la función principal que se debe cumplir.

- Dar seguimiento a la gestión de mantenimiento en su desarrollo obligando al programador la continua supervisión de las actividades y los implementos necesarios para su desarrollo estable.

- Una vez que se implemente la red interna del sistema de supervisión, control y adquisición de datos SCADA de la Central Ocaña, sería conveniente integrar al SISMAC, el cual tiene la capacidad de adquirir estos datos y realizar un historial de fallas en los equipos, permitiendo determinar con gran precisión el comportamiento interno de cada componente y sea el estado del equipo el que determine su intervención, logrando y optimizando de esta manera la gestión de mantenimiento e incrementando la confiabilidad y estableciendo nuevas frecuencias de mantenimiento, consiguiendo así prolongar el periodo entre las intervenciones de las frecuencias de mantenimiento .

  Con el análisis realizado la nueva frecuencia de mantenimiento podría aumentar o podría ser recortada, ya que el objetivo es optimizar dicha frecuencia pero en ambos casos conseguiremos mayor confiabilidad en el equipo.

- Se recomienda utilizar eficientemente esta información, actualizarla y mejorarla con base en los procesos de modernización que sufra la central durante su existencia.

- Para la obtención de resultados en la Central Hidroeléctrica Ocaña con la implementación del plan de mantenimiento basado en el programa SISMAC, se requiere que al personal se le capacite al comenzar la relación laboral y se les continúe instruyendo en los métodos y procesos más adecuados siendo estos dirigidos a mantener un nivel de confianza y aceptación al sistema.

- En el perfil profesional de los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, se debería ampliar los créditos de la asignatura de mantenimiento e incluir una especialización en la gestión de manejo y de técnicas de mantenimiento, ya que es una metodología muy poco conocida e implementada en el País, además de contar con pocos profesionales expertos.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- DUFFUAA. RAOUF. DIXON., “Sistemas de mantenimiento. Planeación y Control”.

- MICHAEL LIWSCHITZ-GARIK, Dr,-Ing. “Maquinas de corriente continua”, Compañía Editorial Continental S.A, México. Primera Edición 1972.

- GARRIDO, Santiago García, “Organización y gestión integral de mantenimiento”, España, Ed. Díaz de Santos, 2003

- POWER SYSTEMS HYDRO ALSTOM, “Nota de Funcionamiento Governing System” Copyright © ALSTOM 2008

- SISMAC, Manual de Operación ,© 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

- LOURIVAL, Augusto Tavares, Administración Moderna de Mantenimiento, 1ra edición.

- ELOLA,Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997.

- MASSON, F. Monchy., S. A. ,Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial. Barcelona (1990).

- E. SANTOS Potess, Centrales Eléctricas, Editorial Gustavo Grill, S.A. 1987.

- SISMAC, Documentación Técnica, © 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

- SISMAC, Documento Atributos, © 2006 C&V Ingeniería, Cía. Ltda.

BIBLIOGRAFIA VIRTUAL

- http://www.mantenimientoplanificado.com

- Ahttp://www.asing.es/p3.htm

- http://www.turbinas3hc.com/Pagina2.html

- http://www.ingema-sa.com/

- http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_mantenimiento_asistido_por_computadora"

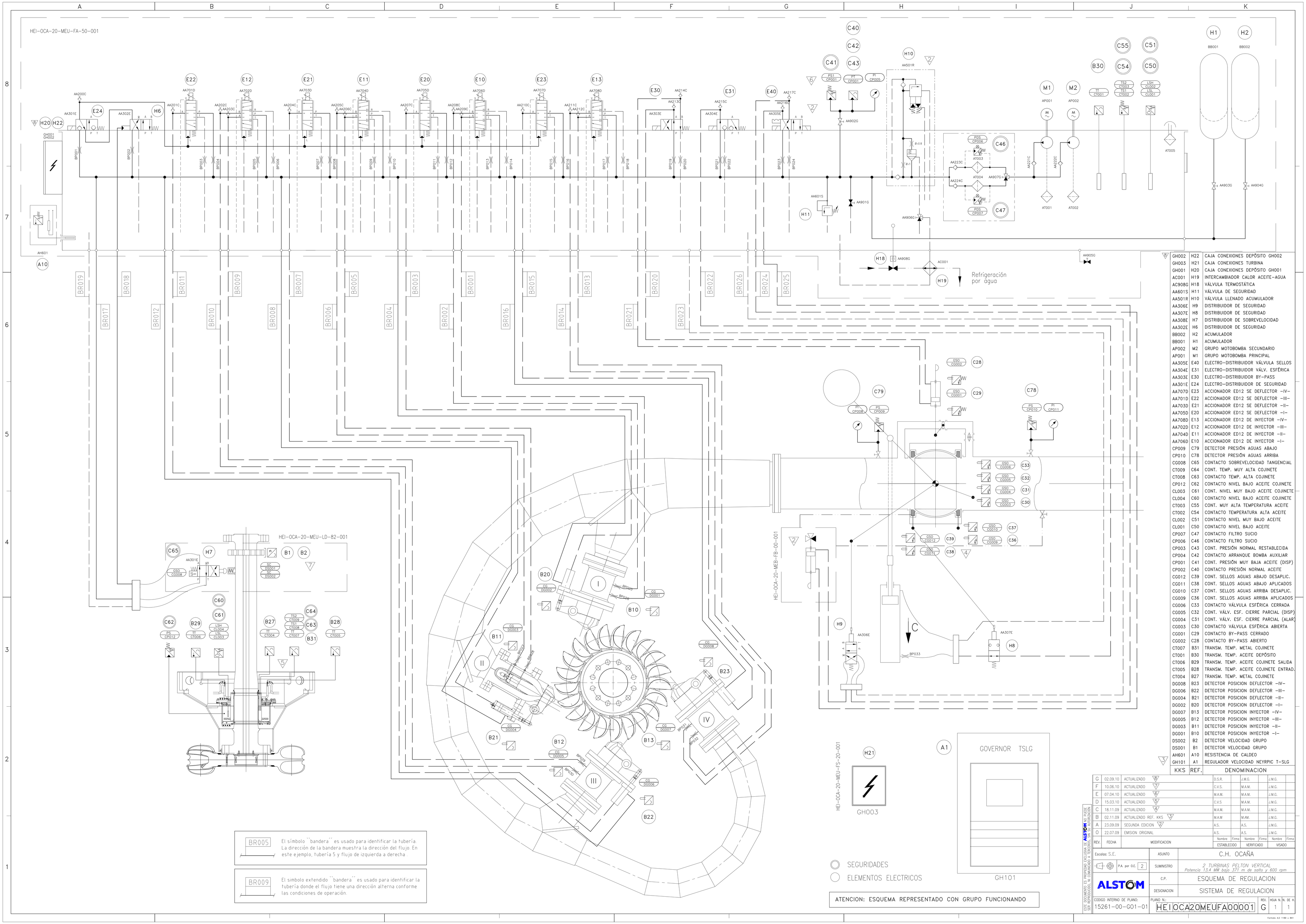
- www.cyvingenieria.com

- http://uruman.org

- http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/implercm.htm

- http://www.energia.gob.mx/

HEI-OCA-20-MEU-FA-50-001



KKS	REF.	DENOMINACION
GH002	H22	CAJA CONEXIONES DEPÓSITO GH002
GH003	H21	CAJA CONEXIONES TURBINA
GH001	H20	CAJA CONEXIONES DEPÓSITO GH001
AC001	H19	INTERCAMBIADOR CALOR ACEITE-AGUA
AC908G	H18	VÁLVULA TERMOSTÁTICA
AA601S	H11	VÁLVULA DE SEGURIDAD
AA501R	H10	VÁLVULA LLENADO ACUMULADOR
AA306E	H9	DISTRIBUIDOR DE SEGURIDAD
AA307E	H8	DISTRIBUIDOR DE SEGURIDAD
AA308E	H7	DISTRIBUIDOR DE SOBREVELOCIDAD
AA302E	H6	DISTRIBUIDOR DE SEGURIDAD
BB002	H2	ACUMULADOR
BB001	H1	ACUMULADOR
AP002	M2	GRUPO MOTOBOMBA SECUNDARIO
AP001	M1	GRUPO MOTOBOMBA PRINCIPAL
AA305E	E40	ELECTRO-DISTRIBUIDOR VÁLVULA SELLOS
AA304E	E31	ELECTRO-DISTRIBUIDOR VÁLV. ESFÉRICA
AA303E	E30	ELECTRO-DISTRIBUIDOR BY-PASS
AA301E	E24	ELECTRO-DISTRIBUIDOR DE SEGURIDAD
AA707D	E23	ACCIONADOR ED12 SE DEFLECTOR -IV-
AA701D	E22	ACCIONADOR ED12 SE DEFLECTOR -III-
AA703D	E21	ACCIONADOR ED12 SE DEFLECTOR -II-
AA705D	E20	ACCIONADOR ED12 SE DEFLECTOR -I-
AA708D	E13	ACCIONADOR ED12 DE INYECTOR -IV-
AA702D	E12	ACCIONADOR ED12 DE INYECTOR -III-
AA704D	E11	ACCIONADOR ED12 DE INYECTOR -II-
AA706D	E10	ACCIONADOR ED12 DE INYECTOR -I-
CP009	C79	DETECTOR PRESIÓN AGUAS ABAJO
CP010	C78	DETECTOR PRESIÓN AGUAS ARRIBA
CG008	C65	CONTACTO SOBREVELOCIDAD TANGENCIAL
CT009	C64	CONT. TEMP. MUY ALTA COJINETE
CT008	C63	CONTACTO TEMP. ALTA COJINETE
CP012	C62	CONTACTO NIVEL BAJO ACEITE COJINETE
CL003	C61	CONT. NIVEL MUY BAJO ACEITE COJINETE
CL004	C60	CONTACTO NIVEL BAJO ACEITE COJINETE
CT003	C55	CONT. MUY ALTA TEMPERATURA ACEITE
CT002	C54	CONTACTO TEMPERATURA ALTA ACEITE
CL002	C51	CONTACTO NIVEL MUY BAJO ACEITE
CL001	C50	CONTACTO NIVEL BAJO ACEITE
CP007	C47	CONTACTO FILTRO SUCIO
CP006	C46	CONTACTO FILTRO SUCIO
CP003	C43	CONT. PRESIÓN NORMAL RESTABLECIDA
CP004	C42	CONTACTO ARRANQUE BOMBA AUXILIAR
CP001	C41	CONT. PRESIÓN MUY BAJA ACEITE (DISP)
CP002	C40	CONTACTO PRESIÓN NORMAL ACEITE
CG012	C39	CONT. SELLOS AGUAS ABAJO DESAPLIC.
CG011	C38	CONT. SELLOS AGUAS ABAJO APLICADOS
CG010	C37	CONT. SELLOS AGUAS ARRIBA DESAPLIC.
CG009	C36	CONT. SELLOS AGUAS ARRIBA APLICADOS
CG006	C33	CONTACTO VÁLVULA ESFÉRICA CERRADA
CG005	C32	CONT. VÁLV. ESF. CIERRE PARCIAL (DISP)
CG004	C31	CONT. VÁLV. ESF. CIERRE PARCIAL (ALAR)
CG003	C30	CONTACTO VÁLVULA ESFÉRICA ABIERTA
CG001	C29	CONTACTO BY-PASS CERRADO
CG002	C28	CONTACTO BY-PASS ABIERTO
CT007	B31	TRANSM. TEMP. METAL COJINETE
CT001	B30	TRANSM. TEMP. ACEITE DEPÓSITO
CT006	B29	TRANSM. TEMP. ACEITE COJINETE SALIDA
CT005	B28	TRANSM. TEMP. ACEITE COJINETE ENTRAD.
CT004	B27	TRANSM. TEMP. METAL COJINETE
DG008	B23	DETECTOR POSICION DEFLECTOR -IV-
DG006	B22	DETECTOR POSICION DEFLECTOR -III-
DG004	B21	DETECTOR POSICION DEFLECTOR -II-
DG002	B20	DETECTOR POSICION DEFLECTOR -I-
DG007	B13	DETECTOR POSICION INYECTOR -IV-
DG005	B12	DETECTOR POSICION INYECTOR -III-
DG003	B11	DETECTOR POSICION INYECTOR -II-
DG001	B10	DETECTOR POSICION INYECTOR -I-
DS002	B2	DETECTOR VELOCIDAD GRUPO
DS001	B1	DETECTOR VELOCIDAD GRUPO
AH601	A10	RESISTENCIA DE CALDEO
GH101	A1	REGULADOR VELOCIDAD NEYRPIC T-SLG

REV.	FECHA	MODIFICACION	ESTABLECIDO Nombre	ESTABLECIDO Firma	VERIFICADO Nombre	VERIFICADO Firma	VISADO Nombre	VISADO Firma
G	02.09.10	ACTUALIZADO 8	D.S.R.		J.M.G.		J.M.G.	
F	10.06.10	ACTUALIZADO 7	C.V.S.		M.A.M.		J.M.G.	
E	07.04.10	ACTUALIZADO 6	M.A.M.		M.A.M.		J.M.G.	
D	15.03.10	ACTUALIZADO 5	C.V.S.		M.A.M.		J.M.G.	
C	18.11.09	ACTUALIZADO 4	M.A.M.		M.A.M.		J.M.G.	
B	02.11.09	ACTUALIZADO REF. KKS 3	M.A.M		M.A.M.		J.M.G.	
A	23.09.09	SEGUNDA EDICION 2	A.S.		A.S.		J.M.G.	
0	22.07.09	EMISION ORIGINAL	A.S.		A.S.		J.M.G.	

Escalas: S.E.

P.A. por O.E. 2

ASUNTO: C.H. OCAÑA

SUMINISTRO: *2 TURBINAS PELTON VERTICAL*
Potencia 13.4 MW bajo 371 m de salto y 600 rpm

C.P.: ESQUEMA DE REGULACION

DESIGNACION: SISTEMA DE REGULACION

ALSTOM

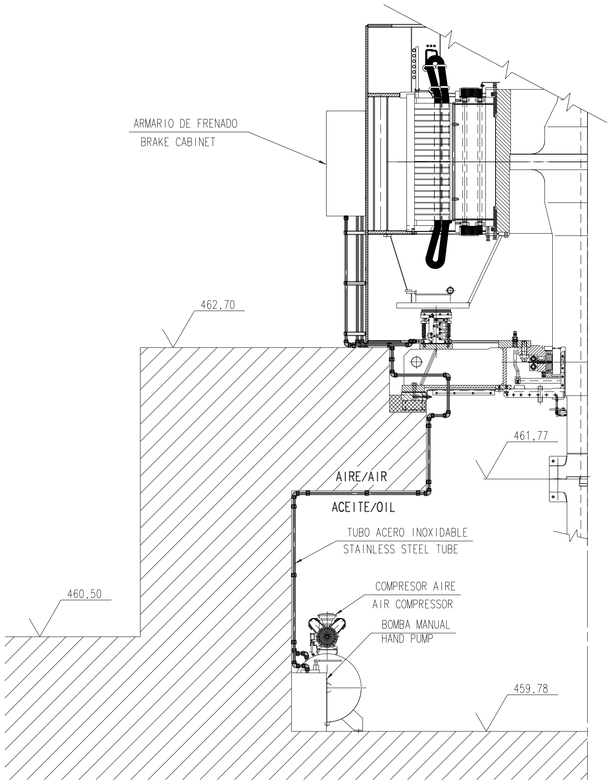
CODIGO INTERNO DE PLANO: 15261-00-G01-01

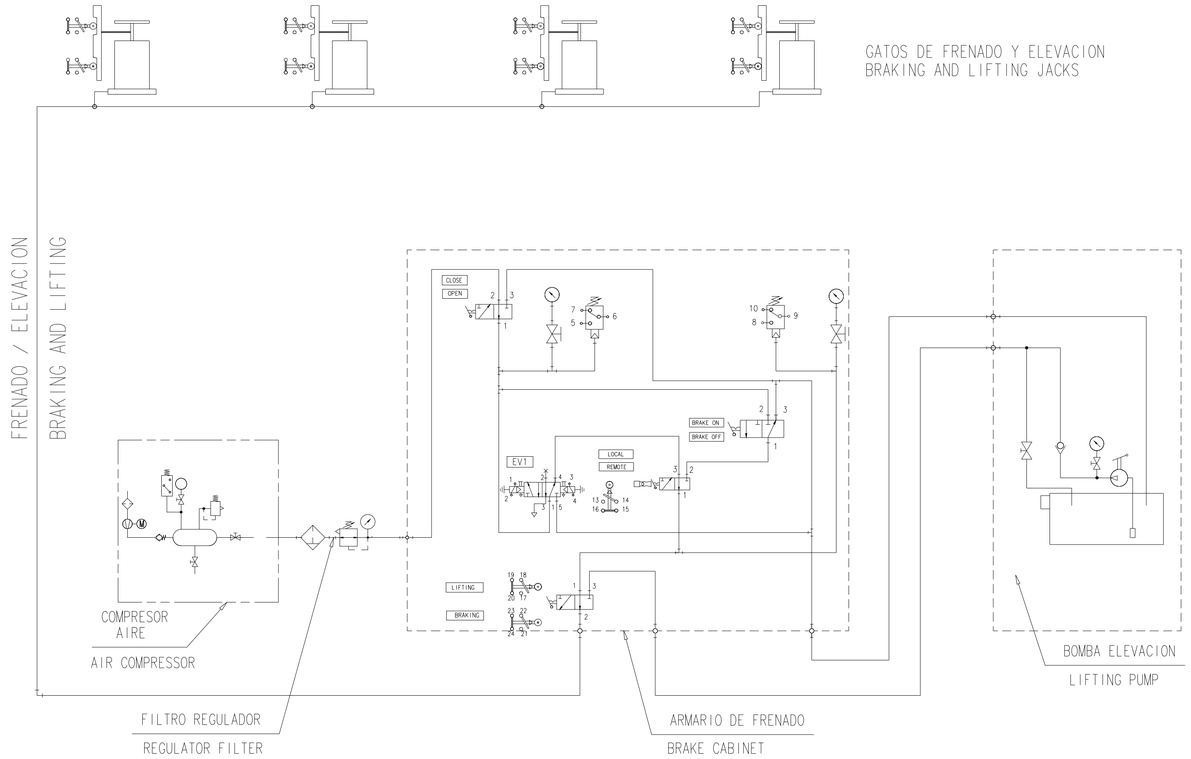
PLANO N.: HEIOCA20MEUFA00001

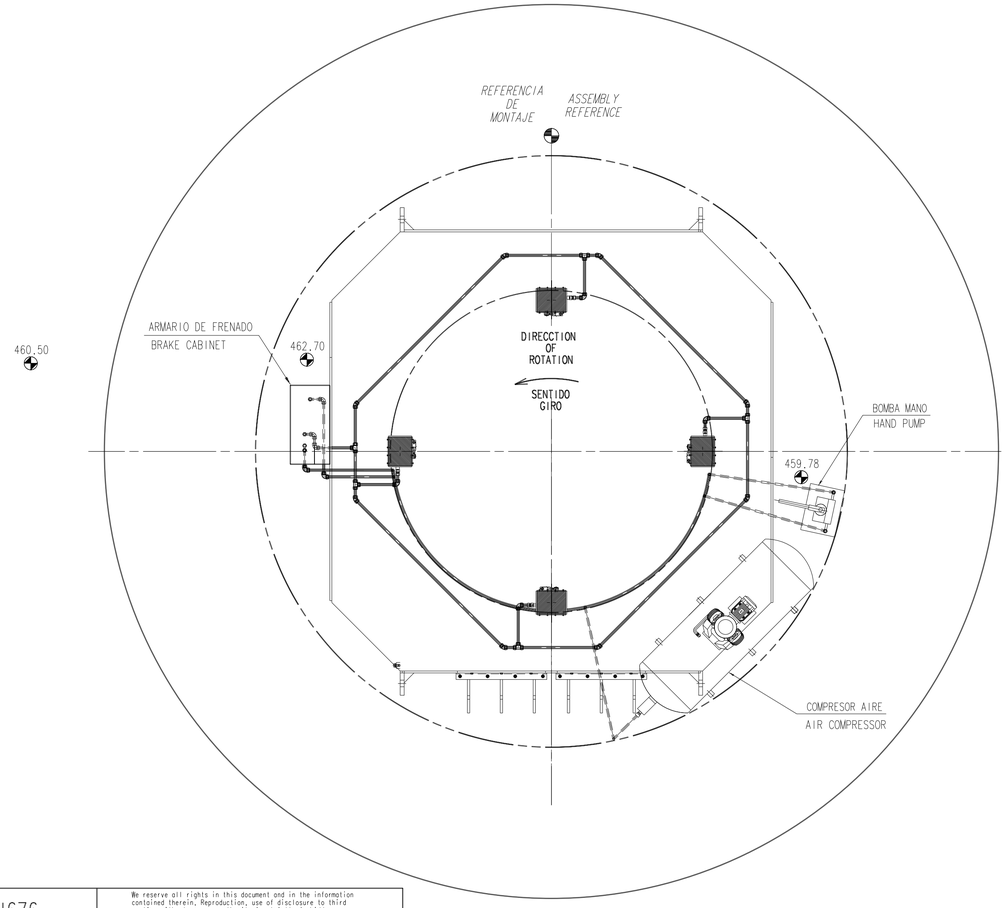
REV. G | HOJA N. 1 | N. DE H. 1

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE ALSTOM S.A. PUEDE SER REPRODUCIDO, ENTREGADO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION

Formato A3: 1189 x 841







Prepared: 27-11-2009 A. VILLAGRÁ	Derived from:	Sep.PL.same no. ☐ another. no. ☐	Scale:	Doc.Type:	Format: A1
Checked:	Responsible departement:	Ocaña			
Approved: 27-11-2009 A.PAZOS	Take over departement:	BRAKING AND LIFTING SYSTEM SISTEMA DE FRENADO Y ELEVACION			Language: Sp/Eg
Revision:		HEI-OCA-20-MKA-LD-56-001			No. of sh.: 1
		ALSTOM | Power	Document no. 41M8J676		Sheet: 1

I-DEAS

41M8J676

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use of disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.
© ALSTOM Power Ltd 2000

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

4	12/11/10	GFM	PGD	JAV	JAM	REVISIÓN
3	21/09/10	GFM	PGD	JAV	JAM	REVISIÓN
2	23/06/10	GFM	PGD	JAV	JAM	REVISIÓN REGULADOR TENSIÓN
1	30/01/10	GFM	PGD	JAV	JAM	REVISIÓN FABRICACIÓN
0	30/09/09	GFM	PGD	JAV	JAM	EMISIÓN ORIGINAL
ED.	FECHA	RL	DP	TR	JP	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:

C.H. OCAÑA

TITULO PLANO:

ESQUEMAS DESARROLLADOS DE
ARMARIO DE PROTECCIONES, MEDIDA Y EXCITACIÓN GRUPO

ESCALA:

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM			
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A			

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

Sust. por

PORTADA

OCA01GTASD001

HOJA 001 | SIGUE 002

HOJA NR.	ESQUEMA NR.	TITULO	MODIFICACION	HOJA NR.	ESQUEMA NR.	TITULO	MODIFICACION
	1	PORTADA	d		40F	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	a
	2	INDICE	d		40G	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	b
	3	INDICE	d		40H	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	b
	5	SÍMBOLOS Y NOTAS (1)			40I	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	a
	6	SÍMBOLOS Y NOTAS (2)			40J	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	b
	10	DISPOSICIÓN FRONTAL GENERAL	d		40K	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	b
	11	DISPOSICIÓN FRONTAL GRUPO	d		40L	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	a
	20	UNIFILAR	b		40M	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	21	CELDA DE NEUTRO	b		40N	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	22	GENERADOR	c		40Ó	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	23	GENERADOR CELDA DE SALIDA (1)	c		40P	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	24	GENERADOR CELDA DE SALIDA (2)	c		40Q	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	25	TRAFO SSAA	b		40R	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	30	ALIMENTACIÓN C.C.	d		40S	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	31	ALIMENTACIÓN C.C.	c		40T	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS DIGITALES TARJETA DA32	b
	35	ALIMENTACIÓN C.A.	a		41	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS ANÁLOGICAS	b
	37	SEÑALIZACIÓN LOCAL	a		41A	SISTEMA DE EXCITACIÓN. SALIDAS ANÁLOGICAS	a
	40	REGULADOR DE TENSIÓN. CTOS. DE POTENCIA	d		44	RELE TIERRA ROTOR ITE-64R	a
	40A	SISTEMA DE EXCITACIÓN. PUENTE RECTIFICADOR	b		45	INTERRUPTOR DE CAMPO	d
	40B	SISTEMA DE EXCITACIÓN. UNIDAD DE ALIMENTACIÓN REGULADOR	a		46	RELE DE DISPAROS ELÉCTRICOS 86E (1)	b
	40C	SISTEMA DE EXCITACIÓN. TARJETAS IWK MEDIDAS ANALÓGICAS	c		47	RELE DE DISPAROS ELÉCTRICOS 86E (2)	b
	40D	SISTEMA DE EXCITACIÓN. TARJETA DE OPERACIÓN LOCAL	a		57	CONTADOR Y MEDIDAS	b
	40E	SISTEMA DE EXCITACIÓN. ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	a		61	PROTECCIÓN DE GENERADOR PARTE 1	a

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por

INDICE

OCA01GTASD001 | HOJA 002 | SIGUE 003

HOJA NR.	ESQUEMA NR.	TITULO	MODIFICACION	HOJA NR.	ESQUEMA NR.	TITULO	MODIFICACION
	62	PROTECCIÓN DE GENERADOR PARTE 2	b		601	REGLETERO DE BORNAS XU, XU1, XU2	a
	63	ENTRADAS Y SALIDAS PROTECCIÓN DE GENERADOR	b		602	REGLETERO DE BORNAS X0, XC, XS	b
	64	ENTRADAS Y SALIDAS PROTECCIÓN DE GENERADOR	a		603	REGLETERO DE BORNAS XP, XR	b
	65	ENTRADAS Y SALIDAS PROTECCIÓN DE GENERADOR	a		604	REGLETERO DE BORNAS XE	c
	66	ENTRADAS Y SALIDAS PROTECCIÓN DE GENERADOR	c		605	REGLETERO DE BORNAS X	c
	70	INTERRUPTOR DE GRUPO 52G	b		606	REGLETERO DE BORNAS X	b
	71	INTERRUPTOR DE GRUPO 52G	b		607	REGLETERO DE BORNAS X	a
	80	PROTECCIÓN DE SSAA PARTE 1	c		608	REGLETERO DE BORNAS X	b
	81	PROTECCIÓN DE SSAA PARTE 2	c				
	85	AMPERÍMETRO SSAA	a				
	90	MANDO 52 SSAA	a				
	91	INTERRUPTOR 52 SSAA	a				
	202	SALIDAS DIGITALES SD	c				
	203	SALIDAS DIGITALES SD	a				
	204	SALIDAS DIGITALES SD	b				
	205	SALIDAS DIGITALES SD	b				
	206	SALIDAS DIGITALES SD	c				
	207	SALIDAS DIGITALES SD	b				
	304	ENTRADAS DIGITALES SD	b				
	305	ENTRADAS DIGITALES SD	a				
	400	ENTRADAS ANALÓGICAS MEDIDAS ELÉCTRICAS	a				
	600	REGLETERO DE BORNAS XI1, XI2, XI3, XI4, XI5, XI6	b				

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por

INDICE

OCA01GTASD001 HOJA 003 SIGUE 005

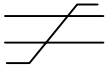
SIMBOLOS

DE: ENTRADA DIGITAL

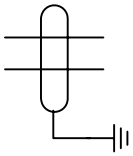
DA: SALIDA DIGITAL

EA: ENTRADA ANÁLOGICA

SA: SALIDA ANÁLOGICA



CONDUCTORES TRENZADOS



CONDUCTORES APANTALLADOS

BORNA SECCIONABLE PARA CIRCUITOS DE TENSIÓN Y CORTOCIRCUITABLE PARA INTENSIDAD TIPO URTK DE PHOENIX CONTACT O SIMILAR

BORNA DE CONTROL TIPO UK DE PHOENIX CONTACT O SIMILAR

PLANOS DE REFERENCIA

DU-0001	ESQUEMA UNIFILAR GENERAL 13,8 Y 69 KV
41D6H422	ESQUEMAS ELÉCTRICOS CABINAS 13,8kV (EQUIPEL)
41D8H426	ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN GENERADOR (ALSTOM)

CONDICIONES DE REPRESENTACION

- TODOS LOS CIRCUITOS SIN TENSIÓN
- INTERRUPTORES ABIERTOS,MUELLES DESCARGADOS Y SIN PRESIÓN DE GAS
- SECCIONADORES ABIERTOS, INTERRUPTORES EXTRAIDOS
- CONMUTADORES SÍMBOLO Y MANDO EN POSICION "ABRIR"
- PULSADORES SIN ACTUAR
- INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS ABIERTOS
- SELECTORES DE MANDO EN POSICIÓN "LOCAL"
- SISTEMAS PARADOS

NOTAS:

1-. ESTOS ESQUEMAS SON VALIDOS PARA GRUPO 2 SUSTITUYENDO EN LA DENOMINACIÓN DE EQUIPOS EL 1 POR EL 2.

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SIMBOLOS Y NOTAS (1)	OCA01GTASD001	HOJA 005	SIGUE 006
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por				

DENOMINACIÓN DE ELEMENTOS DE LOS ESQUEMAS

EL CÓDIGO DE DENOMINACIÓN DE ESQUEMAS RESPONDERÁ A LA SIGUIENTE ESTRUCTURA

X 000 X

- INDICATIVO DE ORDEN: LETRA SECUENCIAL
- NÚMERO DE HOJA DONDE SE NOMBRA AL ELEMENTO: NÚMERO SECUENCIAL
- FUNCIÓN DEL ELEMENTO: LETRA TABLA ADJUNTA

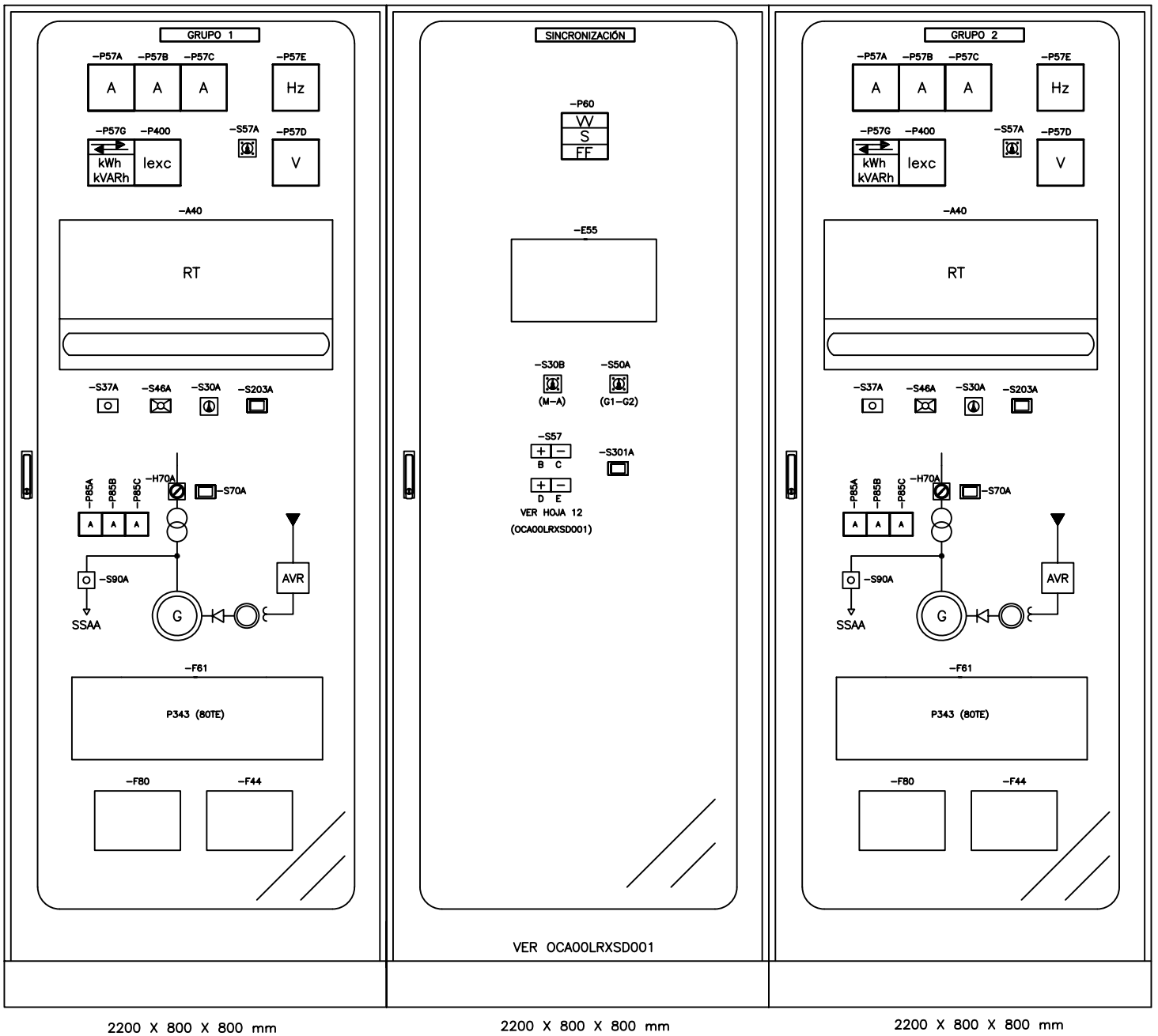
REFERENCIADO	CLASE DE MATERIAL (NATURALEZA)	REFERENCIADO	CLASE DE MATERIAL (NATURALEZA)
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie)	N	Subconjuntos (no de serie)
B	Transductores de una magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa	P	Instrumentos de medida y de prueba
C	Condensadores	Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización, de puesta en memoria	R	Resistencias
E	Materiales varios	S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control
F	Dispositivos de protección	T	Transformadores
G	Generadores Dispositivos de alimentación	U	Moduladores, convertidores
H	Dispositivos de señalización	V	Tubos electrónicos, semiconductores
K	Relés de automatismo y contactores	W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas
KA	Relés de automatismo y contactores auxiliares	X	Bornas, clavijas, zócalos
KM	Contactores de potencia	Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente
L	Inductancias	Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores
M	Motores		

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.	Modif.	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SIMBOLOS Y NOTAS (2)
		COMPROB.	30/09/09 PGD				
		APROBADO	N/A				
		VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 HOJA 006 SIGUE 010



PILOTO
PULSADOR CON LÁMPARA
PULSADOR
PULSADOR CON TAPA
RESERVA
MANDO GIRO-EMPUJE

S42A	EXCITACIÓN MANUAL-AUTOMATICO
S203A	DISPARO URGENTE
P57G	MULTIMEDIDOR
A40	REGULADOR DE TENSIÓN THYNE 4-15 A. VATECH
S57B	SUBIR TENSIÓN
S57C	BAJAR TENSIÓN
S57D	SUBIR VELOCIDAD
S57E	BAJAR VELOCIDAD
S37A	PRUEBA LÁMPARAS
S46A	REPOSICIÓN MANUAL
S57A	CONMUTADOR DE VOLTÍMETRO
S70A	APERTURA INTERRUPTOR 52G
H70A	SEÑALIZACIÓN INTERRUPTOR 52G
S90A	CONMUTADOR GIRO Y EMPUJE 52SA
S301A	CIERRE INTERRUPTOR 52G
S30A	SELECTOR LOCAL-REMOTO
S30B	SELECTOR MANUAL-AUTOMÁTICO
S50A	SELECTOR G1-G2
E55	SYNCHROTACT 5
P60	COLUMNA DE SINCRONIZACIÓN
F61	PROTECCIÓN P343
F80	PROTECCIÓN P144
F44	PROTECCIÓN 430F-64R

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM			
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

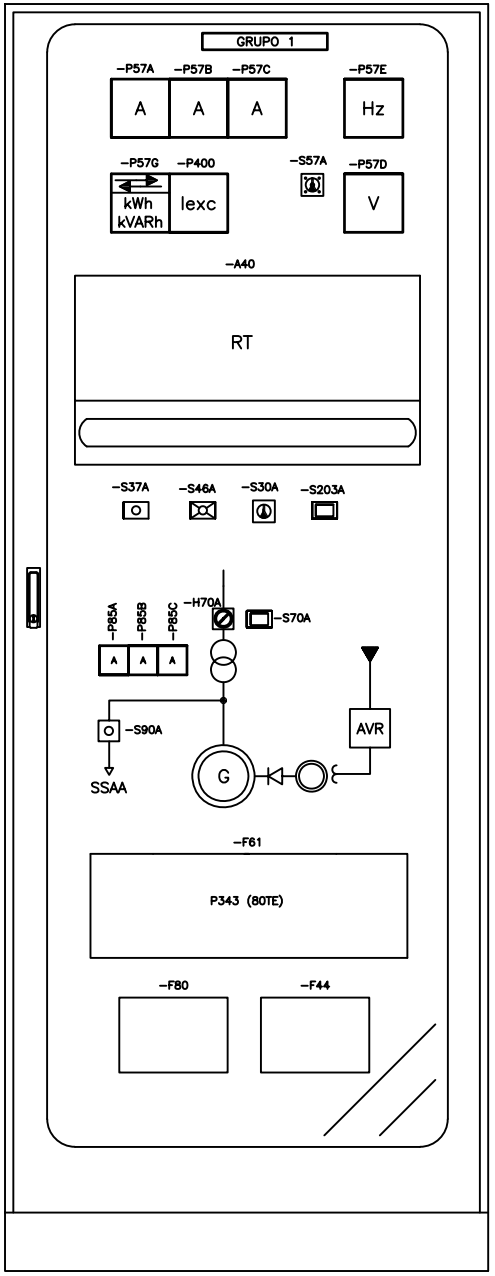
ALSTOM

DISPOSICIÓN FRONTAL GENERAL DE GRUPO

OCA01GTASD001

HOJA 010 SIGUE 011

ARMARIO DE GRUPO 1



2200 X 800 X 800 mm

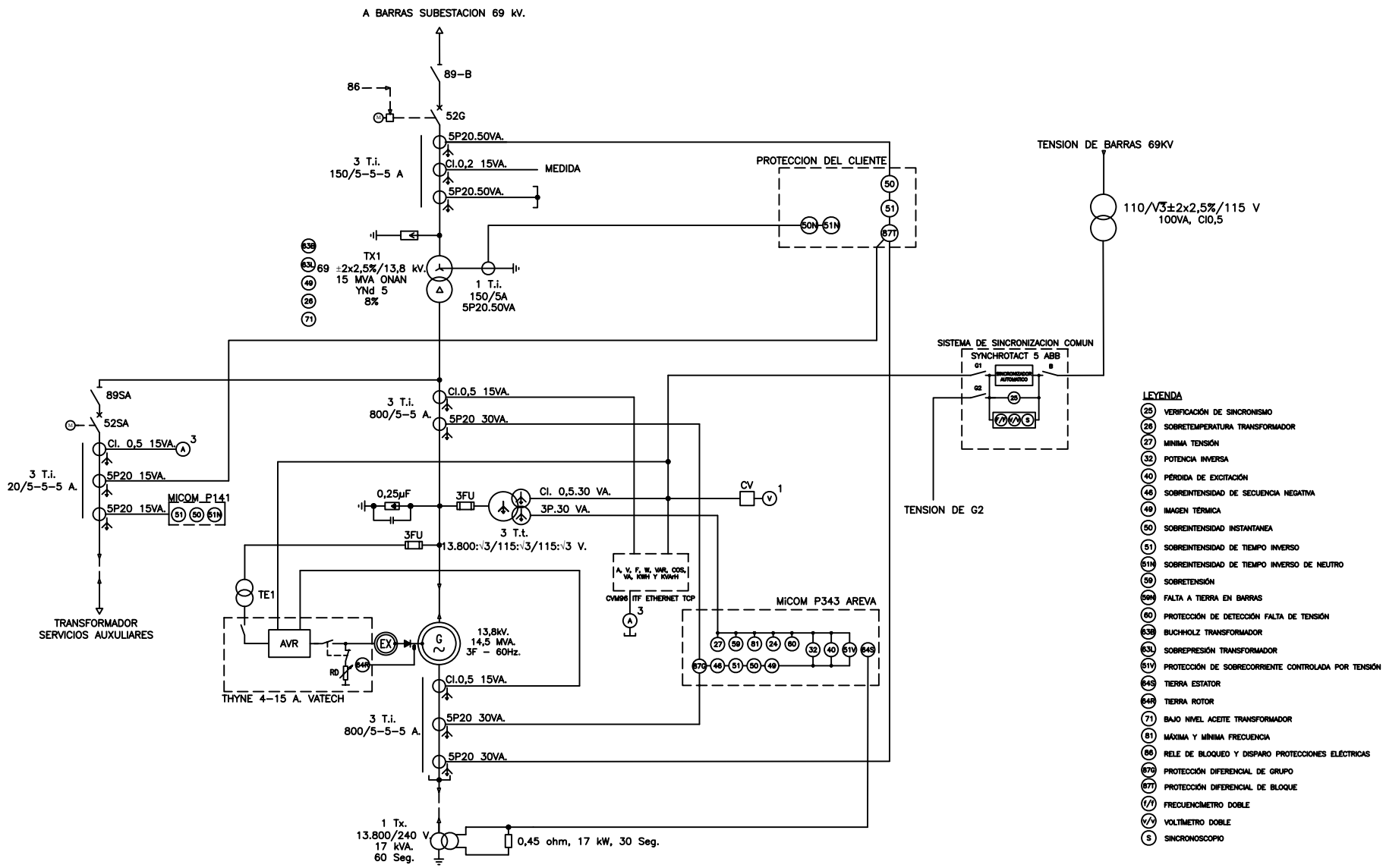
PILOTO
PULSADOR CON LÁMPARA
PULSADOR
PULSADOR CON TAPA
RESERVA

S42A	EXCITACIÓN MANUAL–AUTOMATICO
S203A	DISPARO URGENTE
P57G	MULTIMEDIDOR
A40	REGULADOR DE TENSIÓN THYNE 4–15 A. VATECH
S37A	PRUEBA LÁMPARAS
S46A	REPOSICIÓN MANUAL
S57A	CONMUTADOR DE VOLTÍMETRO
S70A	APERTURA INTERRUPTOR 52G
H70A	SEÑALIZACIÓN INTERRUPTOR 52G
S90A	CONMUTADOR GIRO Y EMPUJE 52SA
S30A	SELECTOR LOCAL–REMOTO
F61	PROTECCIÓN P343
F80	PROTECCIÓN P144
F44	PROTECCIÓN 430F–64R

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.								
			d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	DISPOSICIÓN FRONTAL GRUPO	OCA01GTASD001
			c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD					HOJA 011
			b	23/06/10	APROBADO	N/A					SIGUE 020
			a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por		



LEYENDA

- 25 VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO
- 26 SOBRETEMPERATURA TRANSFORMADOR
- 27 MINIMA TENSIÓN
- 32 POTENCIA INVERSA
- 40 PÉRDIDA DE EXCITACIÓN
- 46 SOBREINTENSIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA
- 49 IMAGEN TÉRMICA
- 50 SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA
- 51 SOBREINTENSIDAD DE TIEMPO INVERSO
- 51N SOBREINTENSIDAD DE TIEMPO INVERSO DE NEUTRO
- 59 SOBRETENSIÓN
- 59N FALTA A TIERRA EN BARRAS
- 60 PROTECCIÓN DE DETECCIÓN FALTA DE TENSIÓN
- 63B BUCHHOLZ TRANSFORMADOR
- 63L SOBREPRESIÓN TRANSFORMADOR
- 51V PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE CONTROLADA POR TENSIÓN
- 64S TIERRA ESTATOR
- 64R TIERRA ROTOR
- 71 BAJO NIVEL ACEITE TRANSFORMADOR
- 81 MÁXIMA Y MÍNIMA FRECUENCIA
- 86 RELE DE BLOQUEO Y DISPARO PROTECCIONES ELÉCTRICAS
- 87G PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE GRUPO
- 87T PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BLOQUE
- f/f FRECUENCÍMETRO DOBLE
- v/v VOLTÍMETRO DOBLE
- S SINCRONOSCOPIO

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
					COMPROB.	30/09/09	PGD
			b	23/06/10	APROBADO	N/A	
			a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

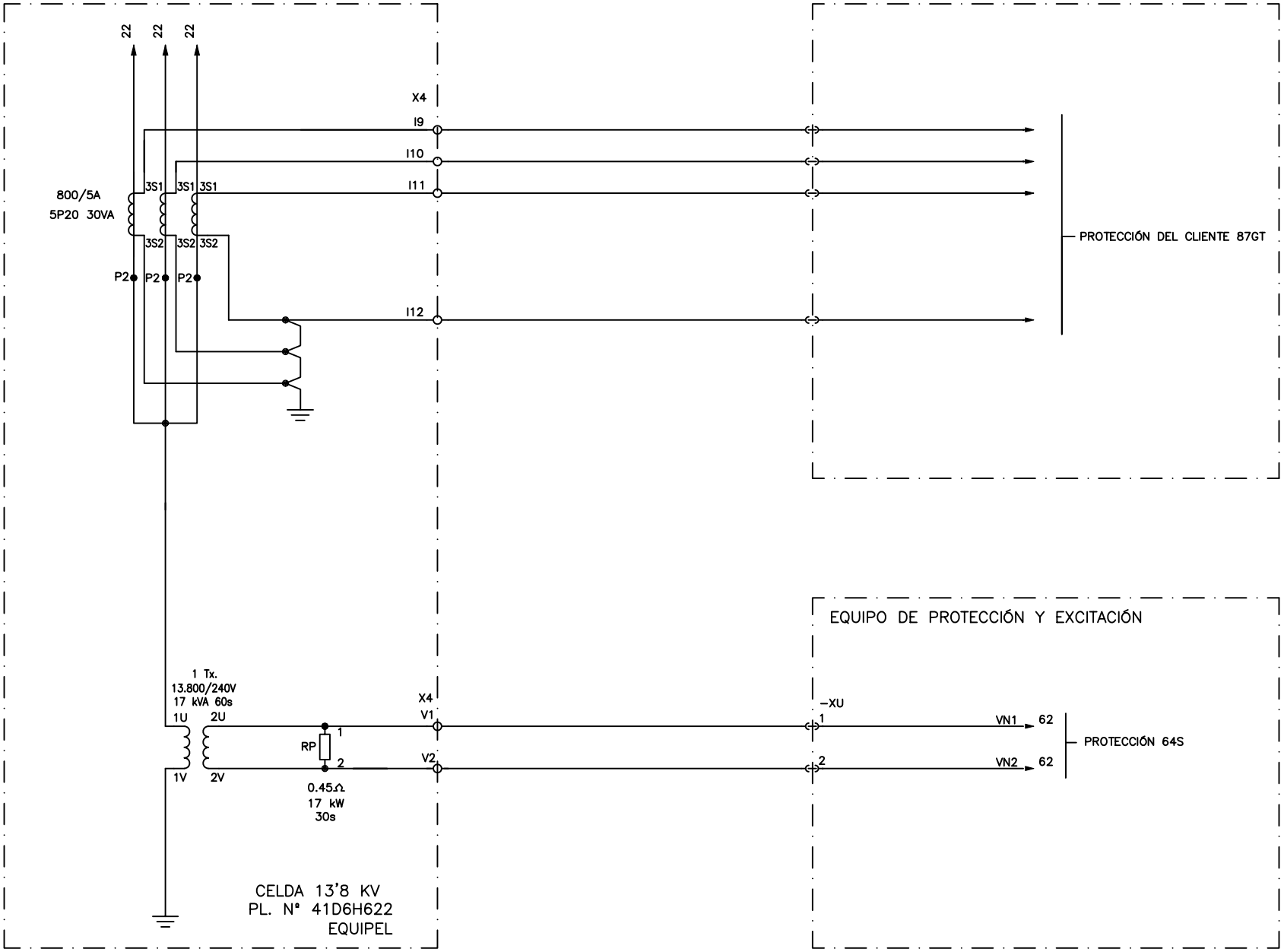
PROINELCA POWER

ALSTOM

Proced. | Sust. a | Sust. por

DIAGRAMA UNIFILAR
13,8 KV

OCA01GTASD001 | HOJA 020 | SIGUE 021



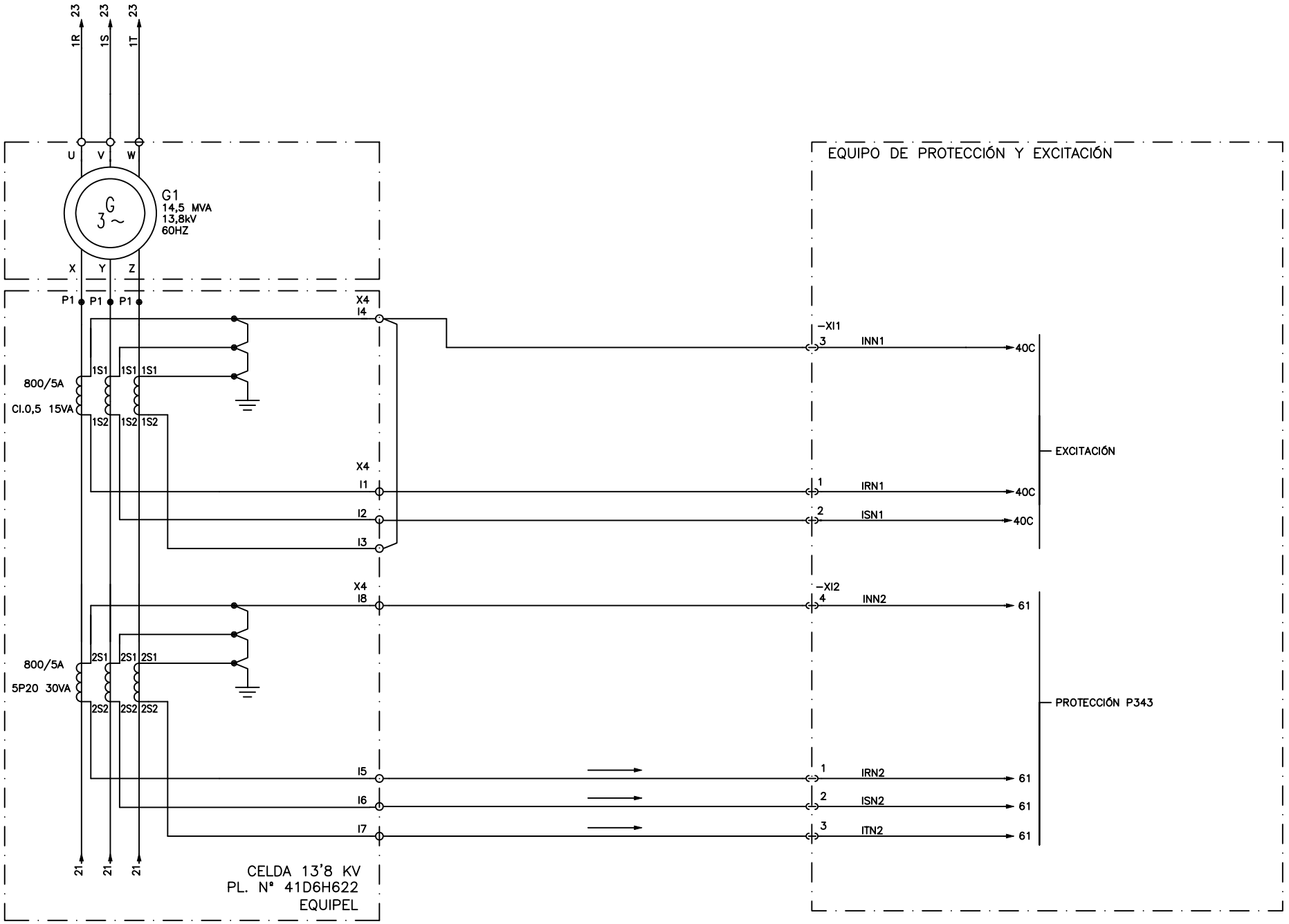
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.								
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
					COMPROB.	30/09/09 PGD		
			b	21/09/10	APROBADO	N/A		
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

CELDA DE NEUTRO

OCA01GTASD001 | HOJA 021 | SIGUE 022



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM		
c	21/09/10			COMPROB.	30/09/09 PGD		
b	23/06/10			APROBADO	N/A		
a	30/01/10			VISADO	N/A		

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

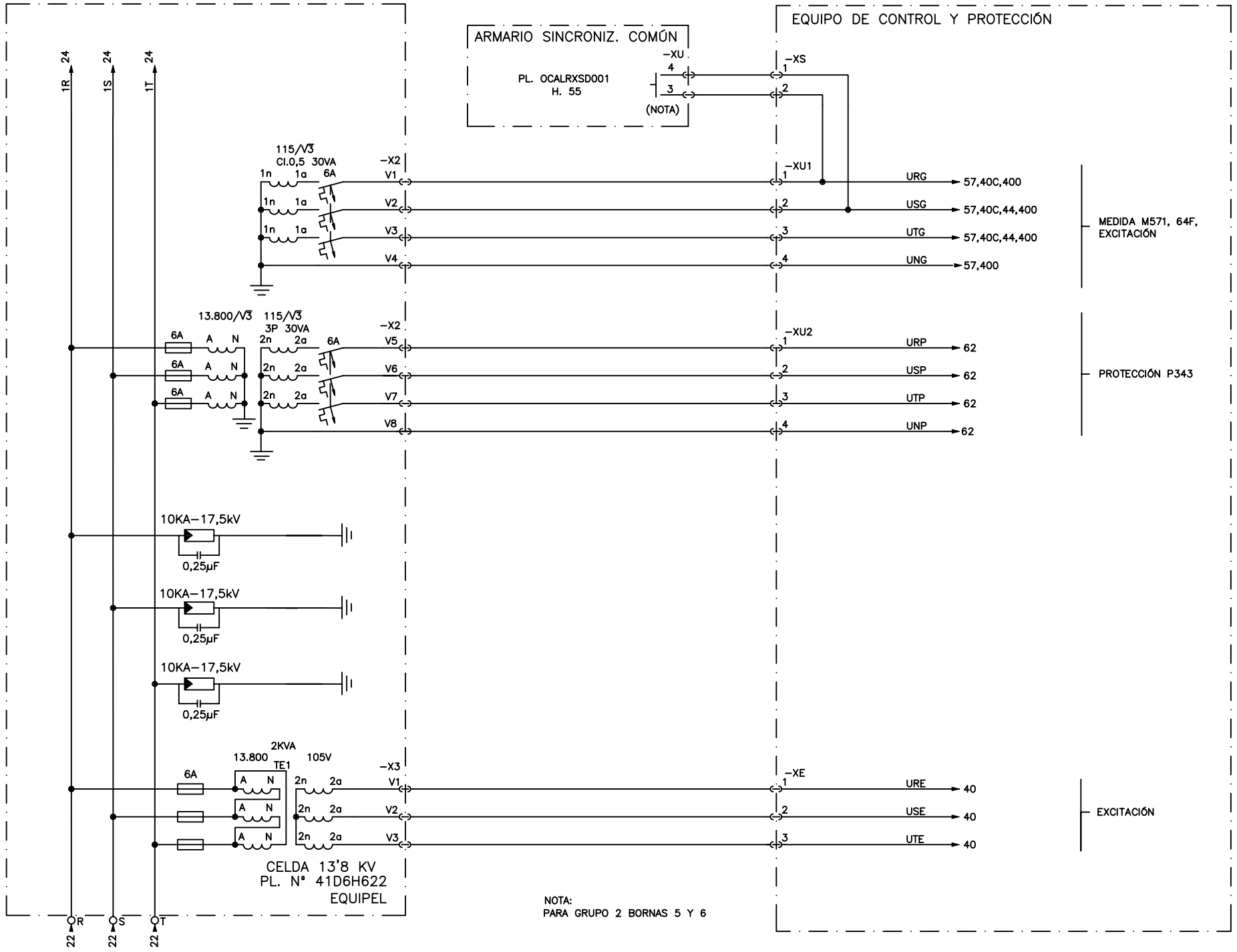
ALSTOM

GENERADOR

OCA01GTASD001

HOJA 022 SIGUE 023

Proced. Sust. a Sust. por



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.					
			PREPARADO	30/09/09	GFM
	c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	23/06/10	APROBADO	N/A	
	a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

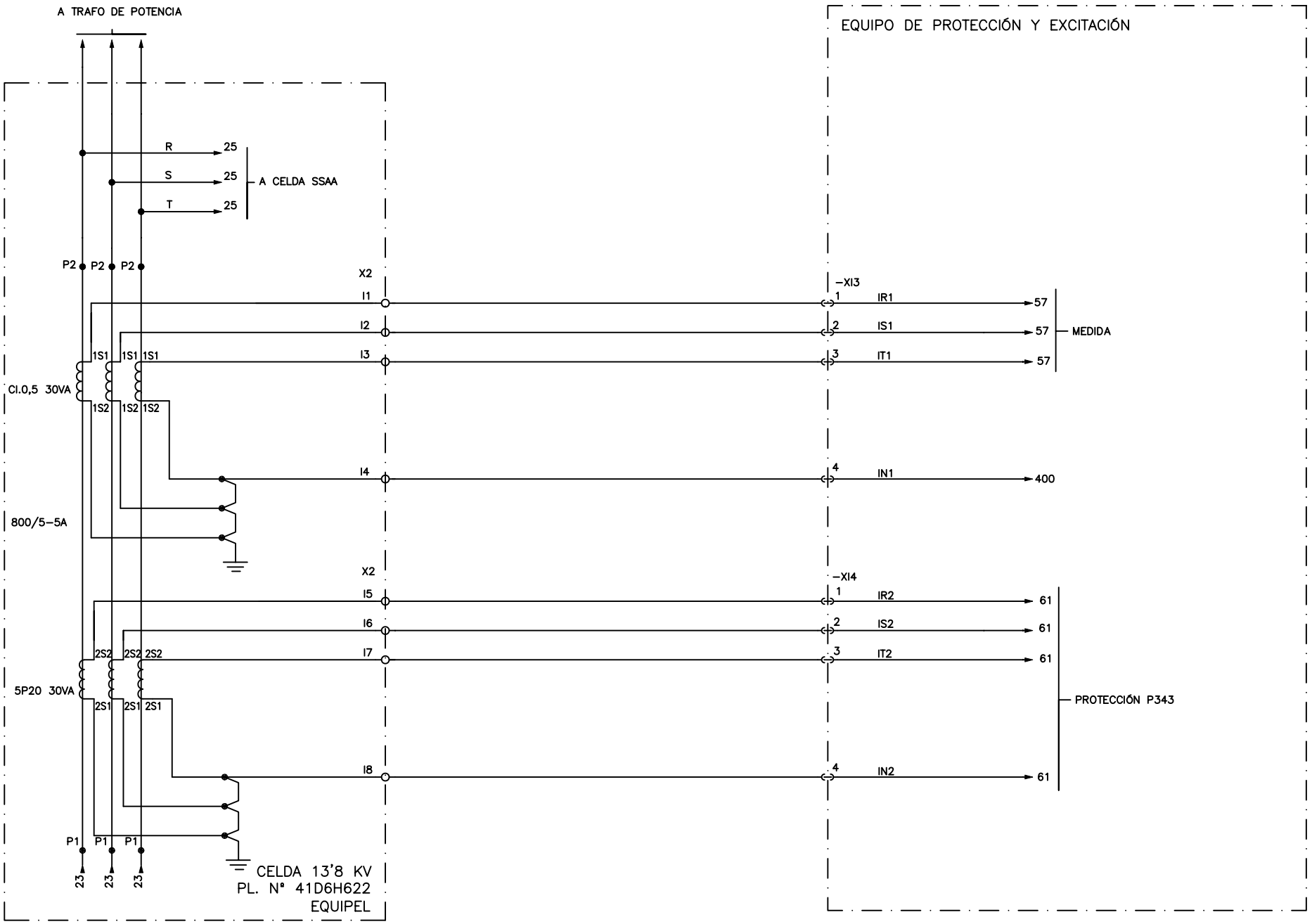
ALSTOM

Sust. por

GENERADOR CELDA DE SALIDA (1)

OCA01GTASD001

HOJA 023 | SIGUE 024



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM		
c	21/09/10			COMPROB.	30/09/09 PGD		
b	23/06/10			APROBADO	N/A		
a	30/01/10			VISADO	N/A		

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a | Sust. por

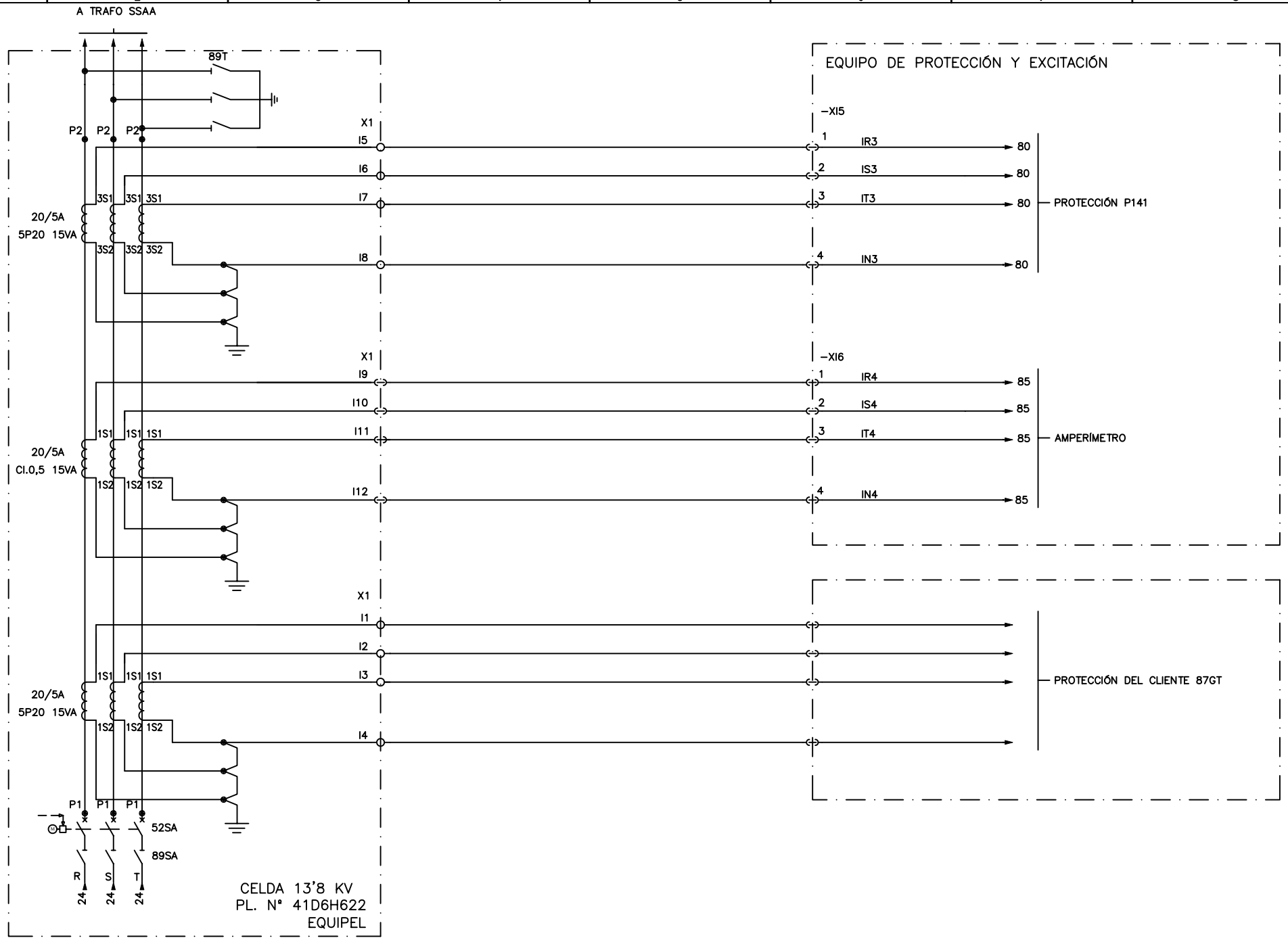
PROINELCA POWER

ALSTOM

GENERADOR CELDA DE SALIDA (2)

OCA01GTASD001

HOJA 024 | SIGUE 025



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.					
						PREPARADO	30/09/09 GFM	
						COMPROB.	30/09/09 PGD	
				b	23/06/10	APROBADO	N/A	
				a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

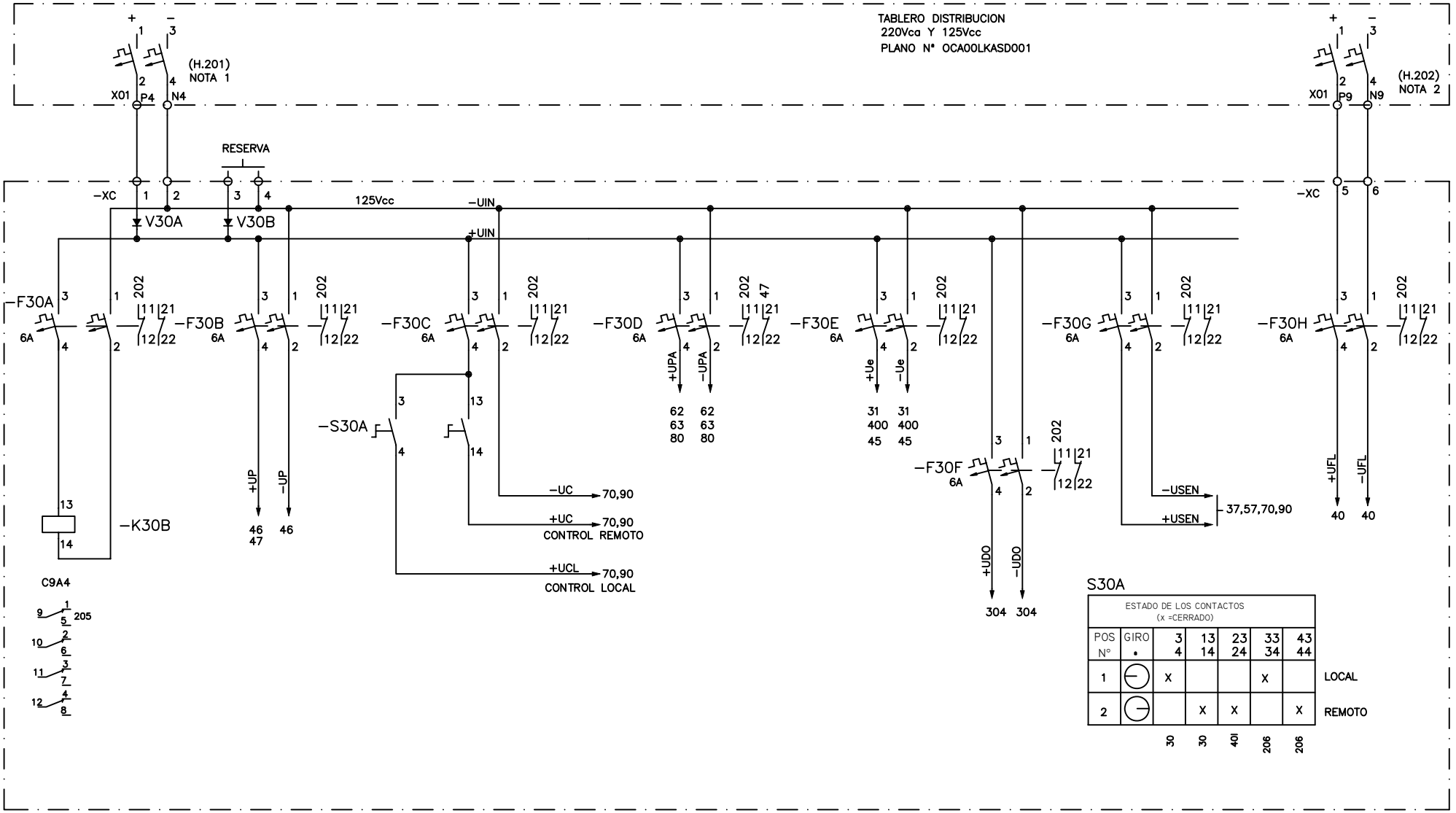
Proced. | Sust. a | Sust. por

TRANSFORMADOR SSAA

OCA01GTASD001

HOJA 025 | SIGUE 030

ALIMENTACIÓN 125Vcc	CIRCUITOS DE DISPARO	CONTROL		PROTECCIONES	EXCITACIÓN	SEÑALES DIGITALES	SEÑALIZACIÓN	CEBADO 125 Vcc



S30A

ESTADO DE LOS CONTACTOS (x =CERRADO)							
POS Nº	GIRO •	3 4	13 14	23 24	33 34	43 44	
1	⊖	X			X		LOCAL
2	⊖		X	X		X	REMOTO
		30	30	401	206	206	

NOTAS:
NOTA 1: PARA GRUPO 2 X02-P24 Y N24
NOTA 2: PARA GRUPO 2 X02-P29 Y N29

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

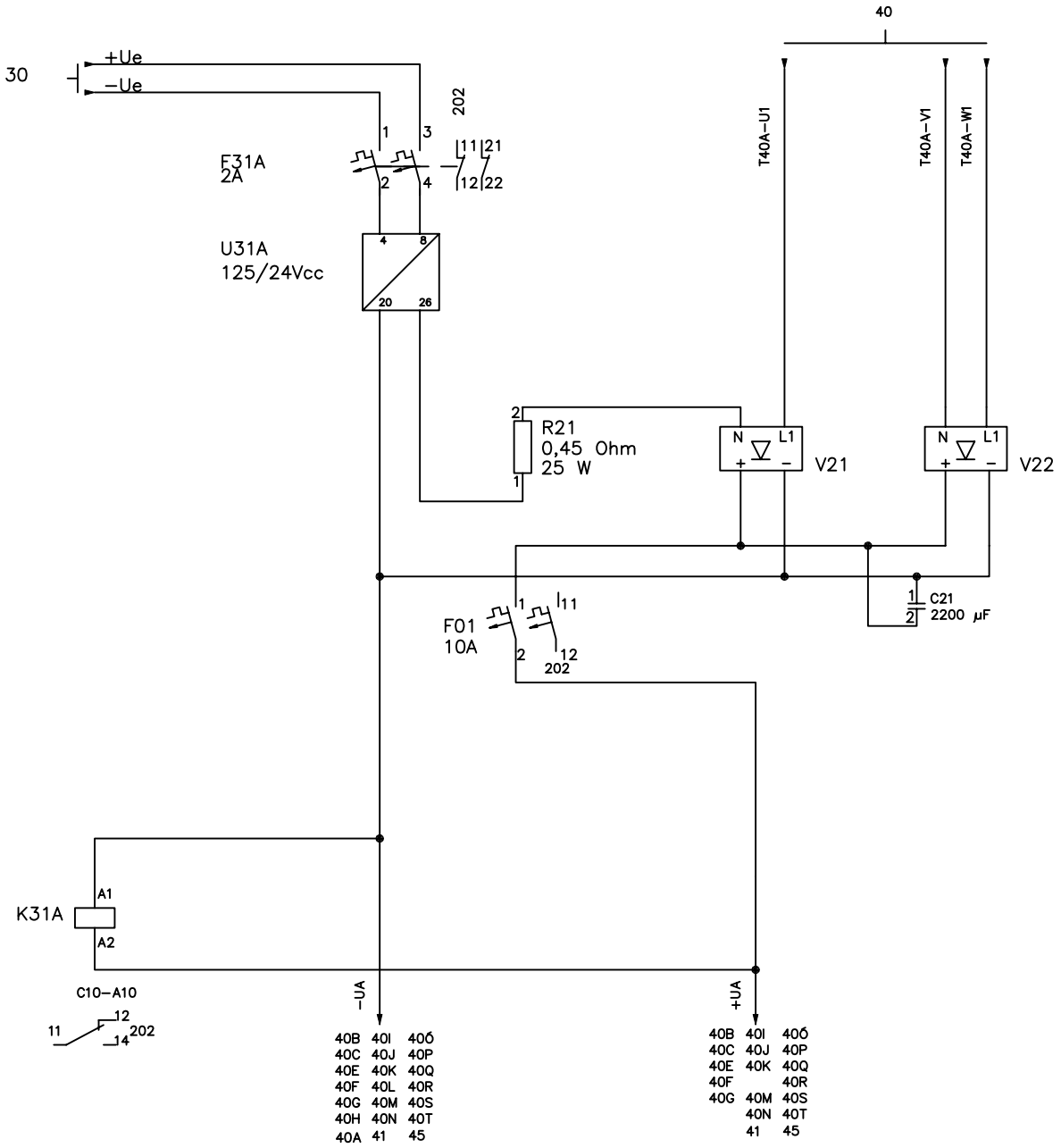
Modif.							
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	ALIMENTACIÓN C.C.
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD				
b	23/06/10	APROBADO	N/A				
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 HOJA 030 SIGUE 031

ALIMENTACIÓN 125 Vcc

ALIMENTACIÓN 24 Vcc

BATERÍA | ALIMENTACIÓN C.A.



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09 GFM	
			c	12/11/10	COMPROB.	30/09/09 PGD	
			b	23/06/10	APROBADO	N/A	
			a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

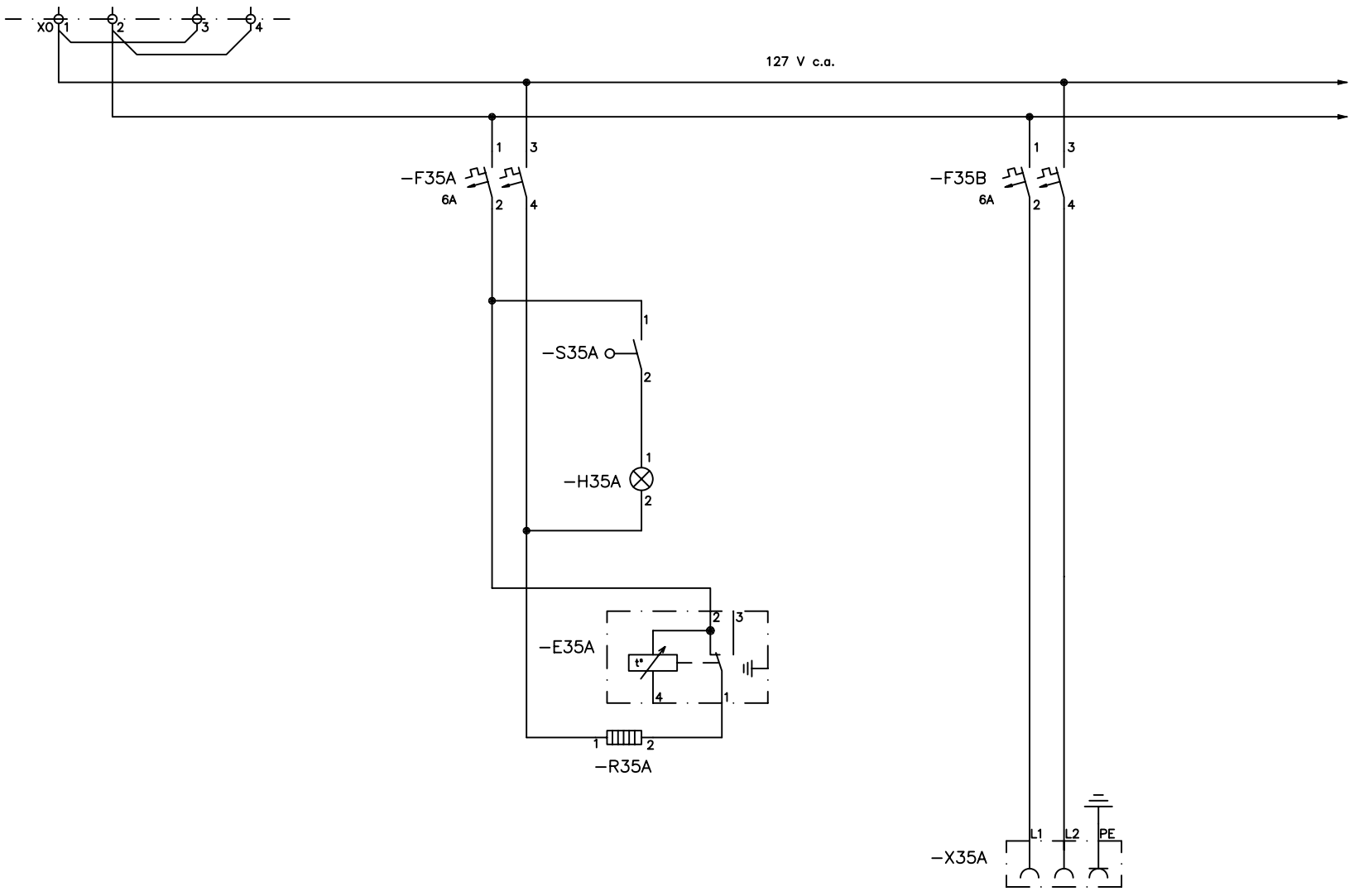
Proced. | Sust. a | Sust. por

ALIMENTACIÓN C.C.

OCA01GTASD001

HOJA 031 | SIGUE 035

ALIMENTACIÓN 127 V c.a.	ALUMBRADO Y CALEFACCIÓN	TOMAS CORRIENTE



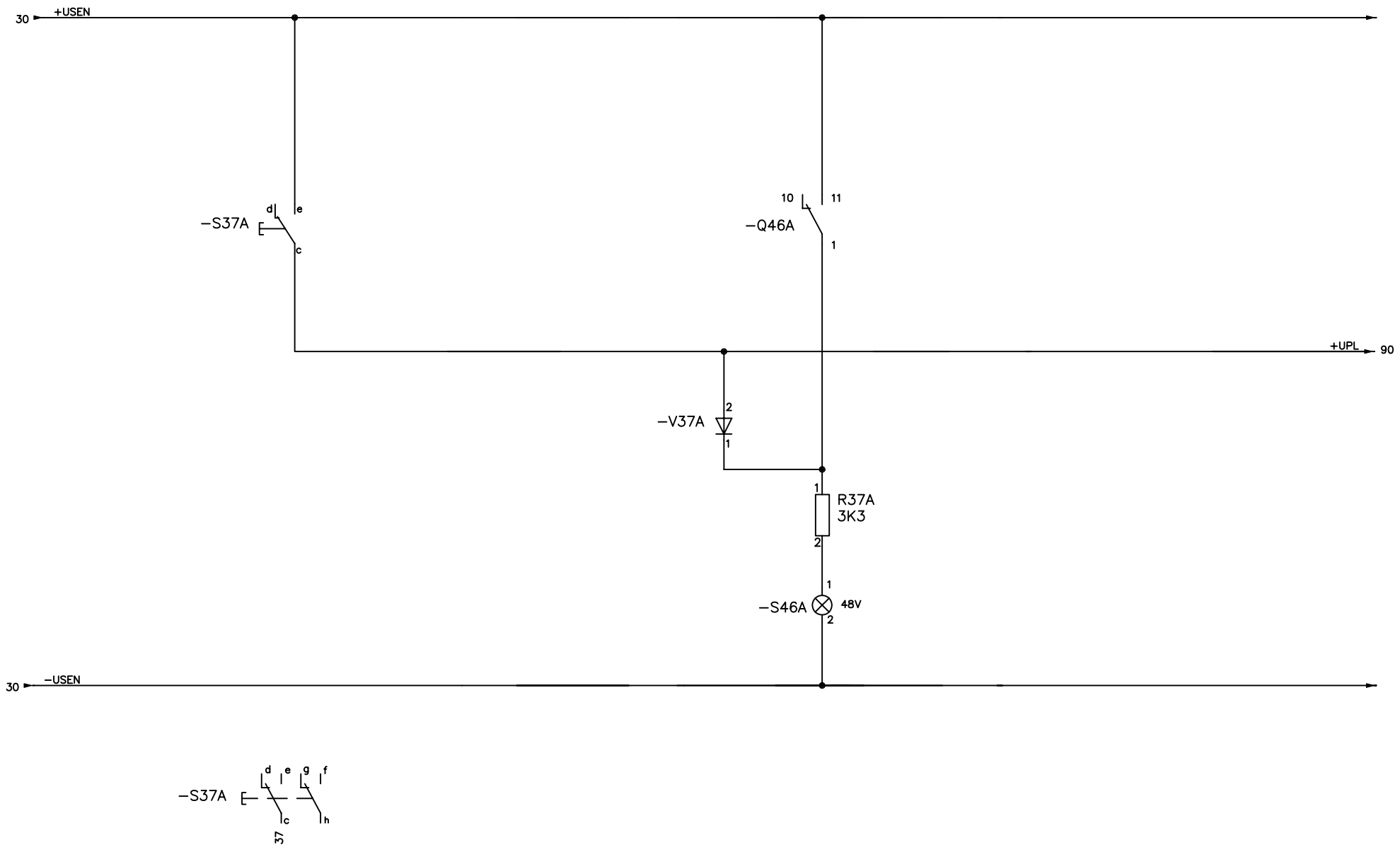
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	ALIMENTACION C.A.	OCA01GTASD001	HOJA 035	SIGUE 037
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a		Sust. por			

PRUEBA LÁMPARAS

DISPARO ELÉCTRICO

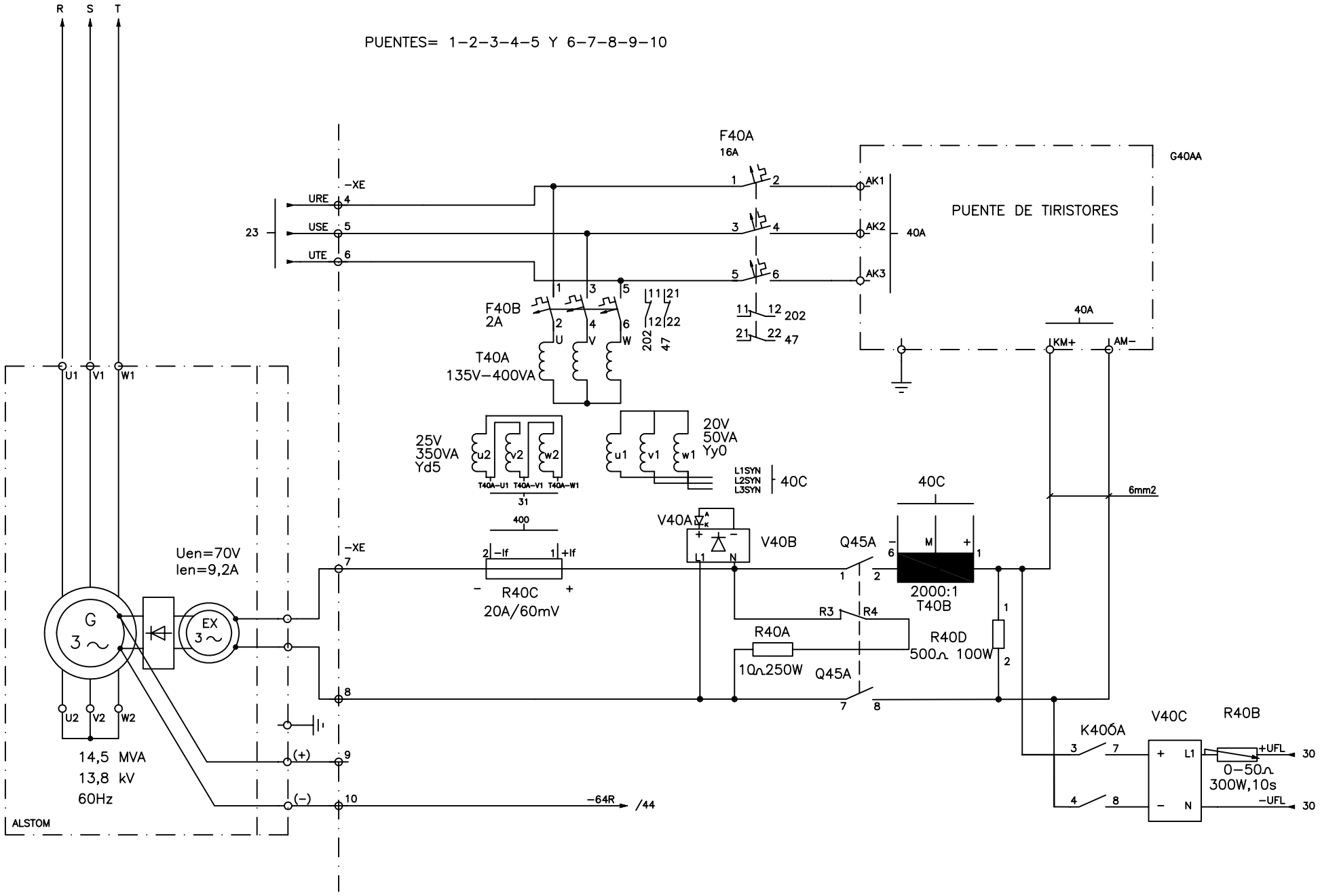


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.		PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SEÑALIZACIÓN LOCAL
				COMPROB.	30/09/09 PGD				
				APROBADO	N/A				
			a 30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 HOJA 037 SIGUE 040



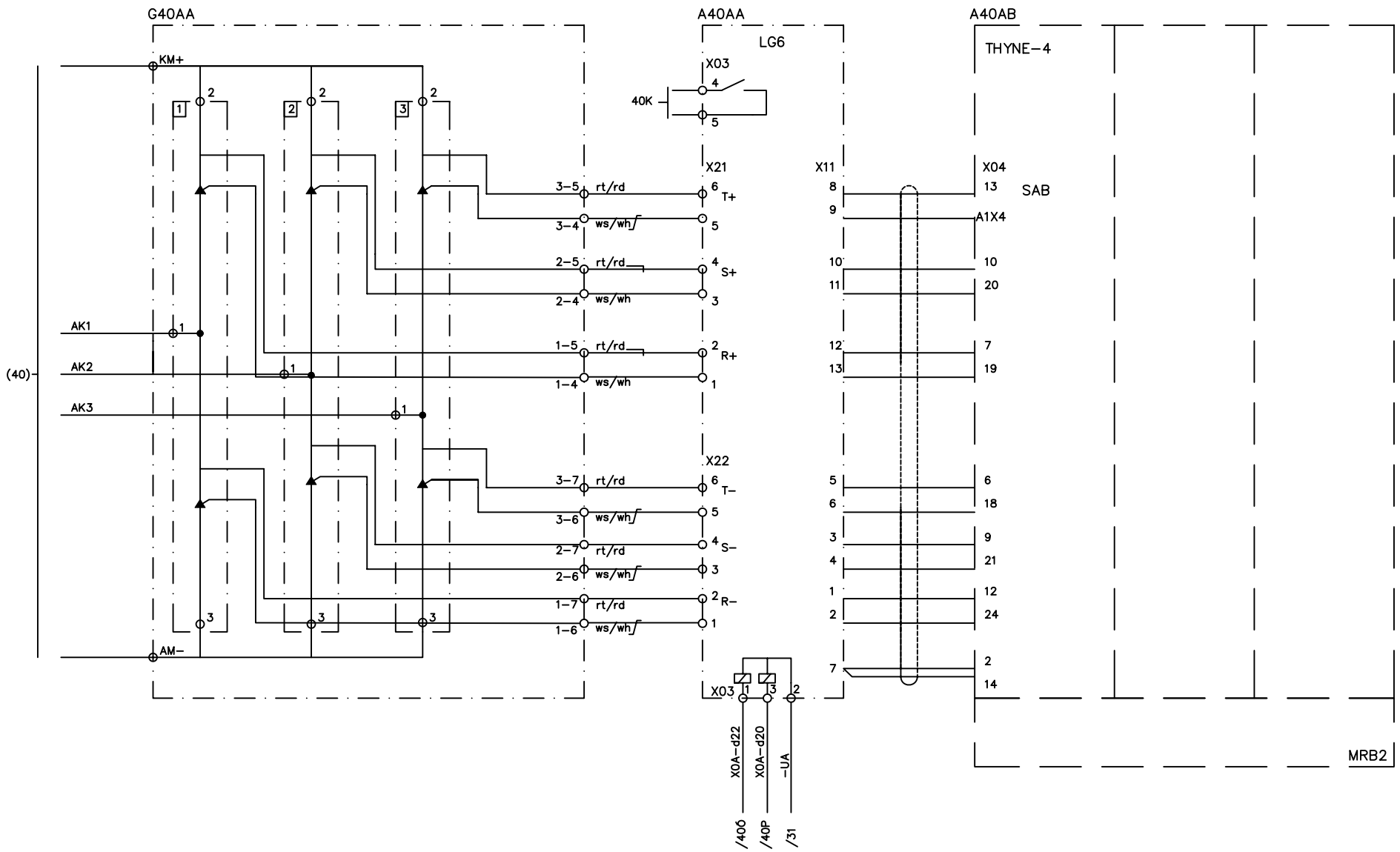
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por

REGULACIÓN DE TENSIÓN
CIRCUITOS DE POTENCIA

OCA01GTASD001 | HOJA 040 | SIGUE 40A



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
					COMPROB.	30/09/09	PGD
		b	12/11/10		APROBADO	N/A	
		a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

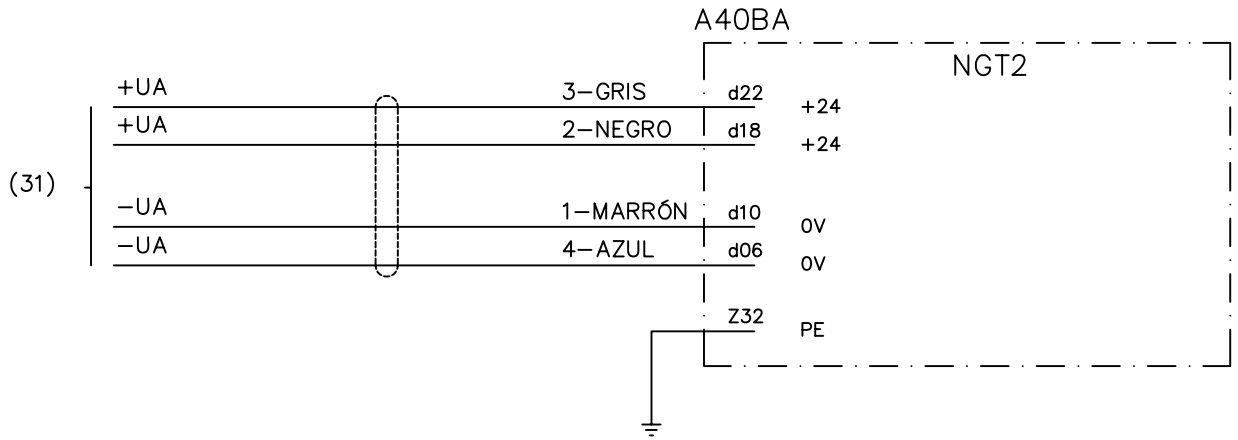
ALSTOM

Proced. | Sust. a | Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
PUENTE RECTIFICADOR

OCA01GTASD001

HOJA 40A | SIGUE 40B

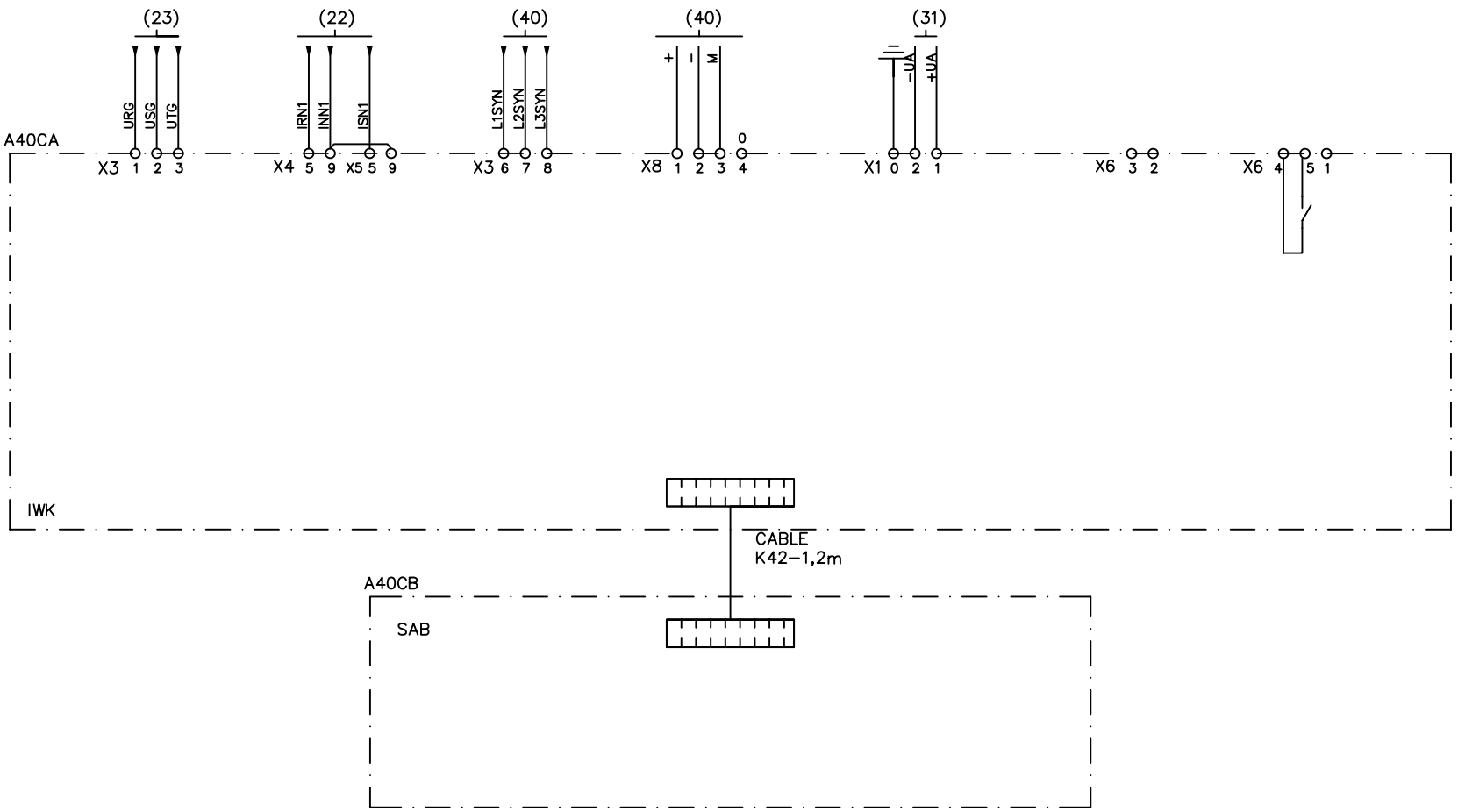


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.		PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN UNIDAD DE ALIMENTACIÓN REGULADOR	
				COMPROB.	30/09/09 PGD					
				APROBADO	N/A					
		a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	OCA01GTASD001	HOJA 40B / SIGUE 40C

TENSIÓN GENERADOR	INTENSIDAD GENERADOR		TENSIÓN SINCRONIZACIÓN IMPULSOS TIRISTORES	INTENSIDAD CAMPO EXCITATRIZ	ALIMENTACIÓN 24 Vcc	RESERVA	RESERVA
	FASE L1	FASE L2					



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER
	c	12/11/10	COMPROB.	30/09/09 PGD		
	b	21/09/10	APROBADO	N/A		
	a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a

ALSTOM

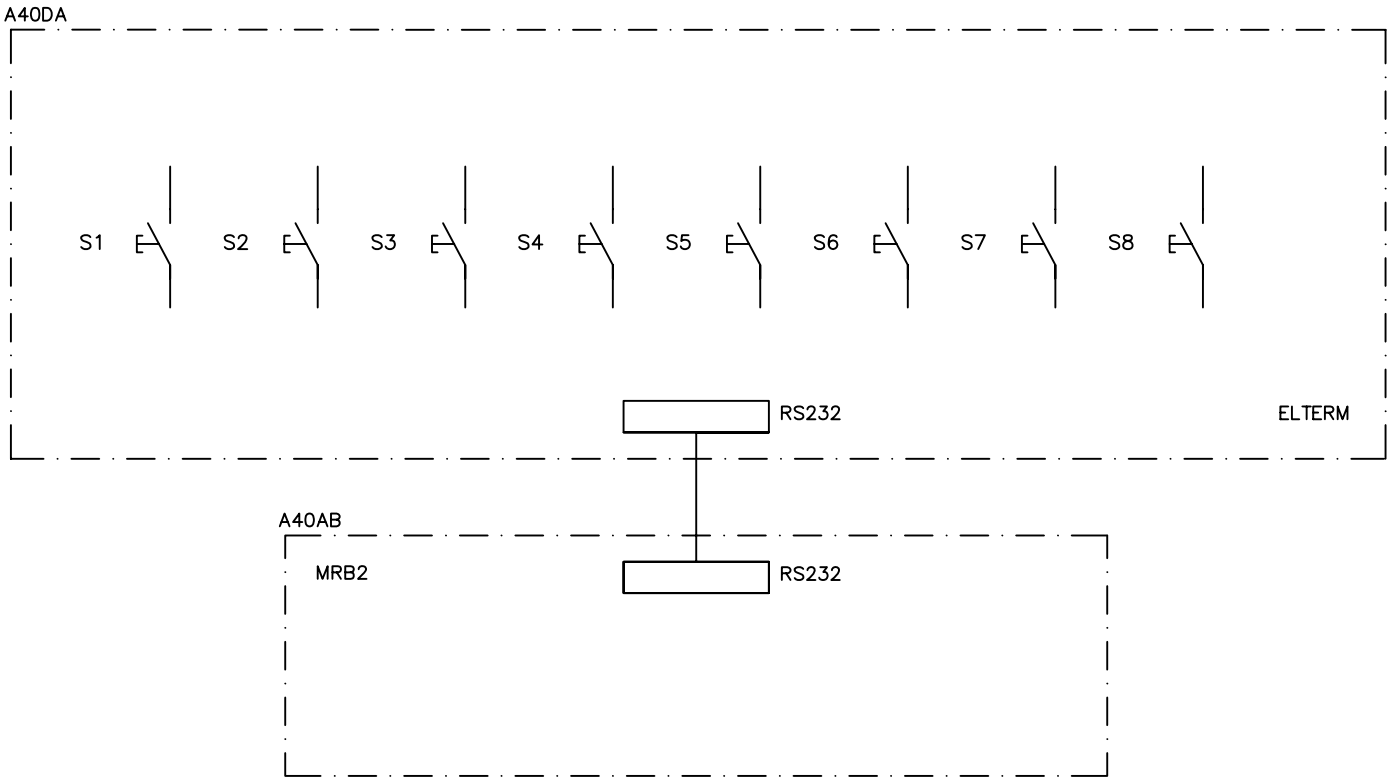
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
TARJETAS IWK
MEDIDAS ACTUALES

OCA01GTASD001

HOJA 40C | SIGUE 40D

DESCONECTAR EXCITACIÓN	CONECTAR EXCITACIÓN	AUTOMÁTICO/ MANUAL	REG. COS PHI ACTIVAR/DESACTIVAR	BAJAR TENSIÓN	SUBIR TENSIÓN	LOCAL/ REMOTO	PRUEBA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.						
						PREPARADO	30/09/09 GFM		
						COMPROB.	30/09/09 PGD		
						APROBADO	N/A		
			a	23/06/10		VISADO	N/A		

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a | Sust. por

PROINELCA POWER

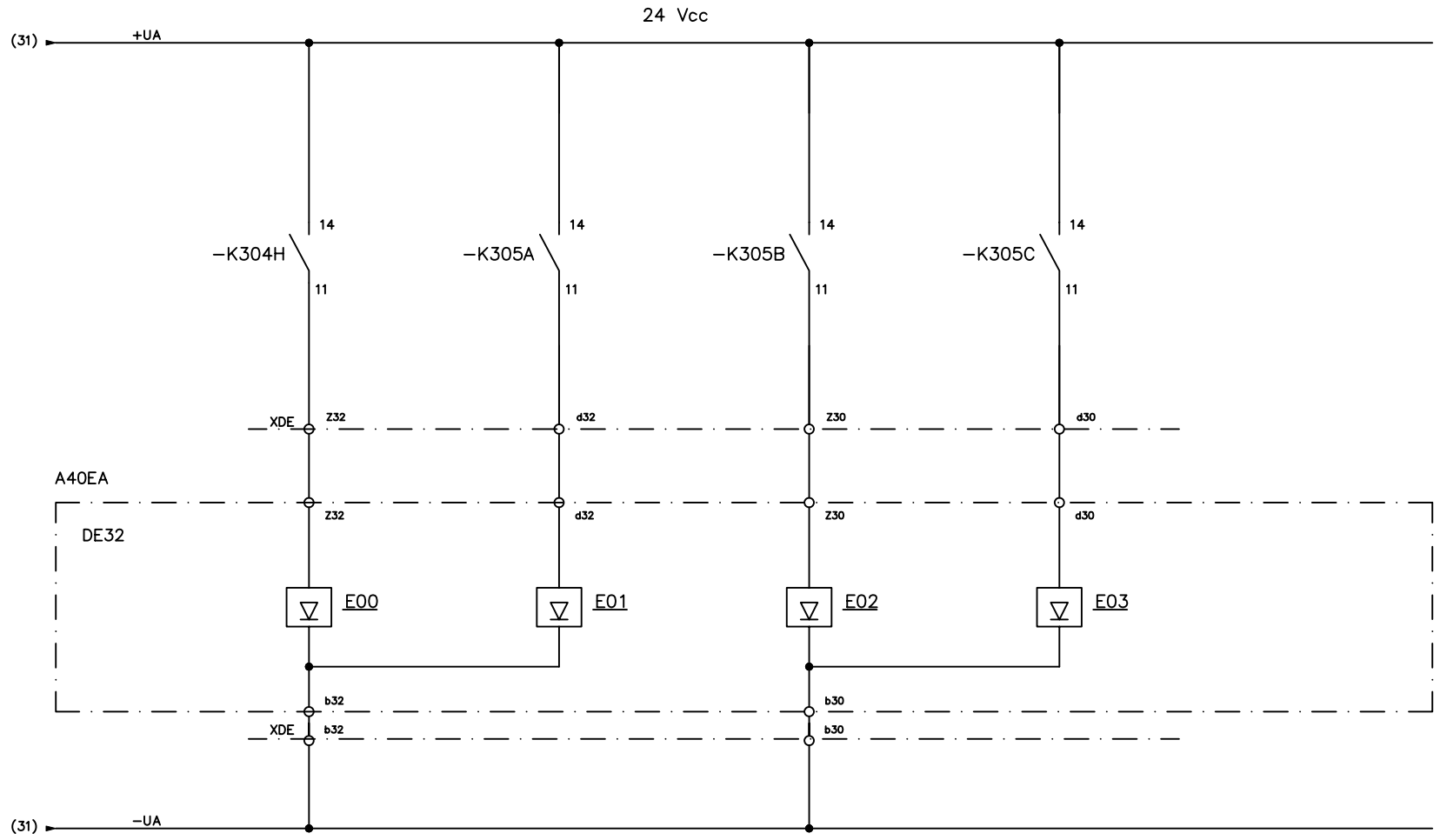
ALSTOM

SISTEMA DE EXCITACIÓN
TARJETA DE OPERACIÓN
LOCAL

OCA01GTASD001

HOJA 40D | SIGUE 40E

SELECCIÓN CANAL MANUAL	SELECCIÓN CANAL AUTOMÁTICO	SELECCIÓN REG. POTENCIA REACTIVA	SELECCIÓN REG. COS PHI

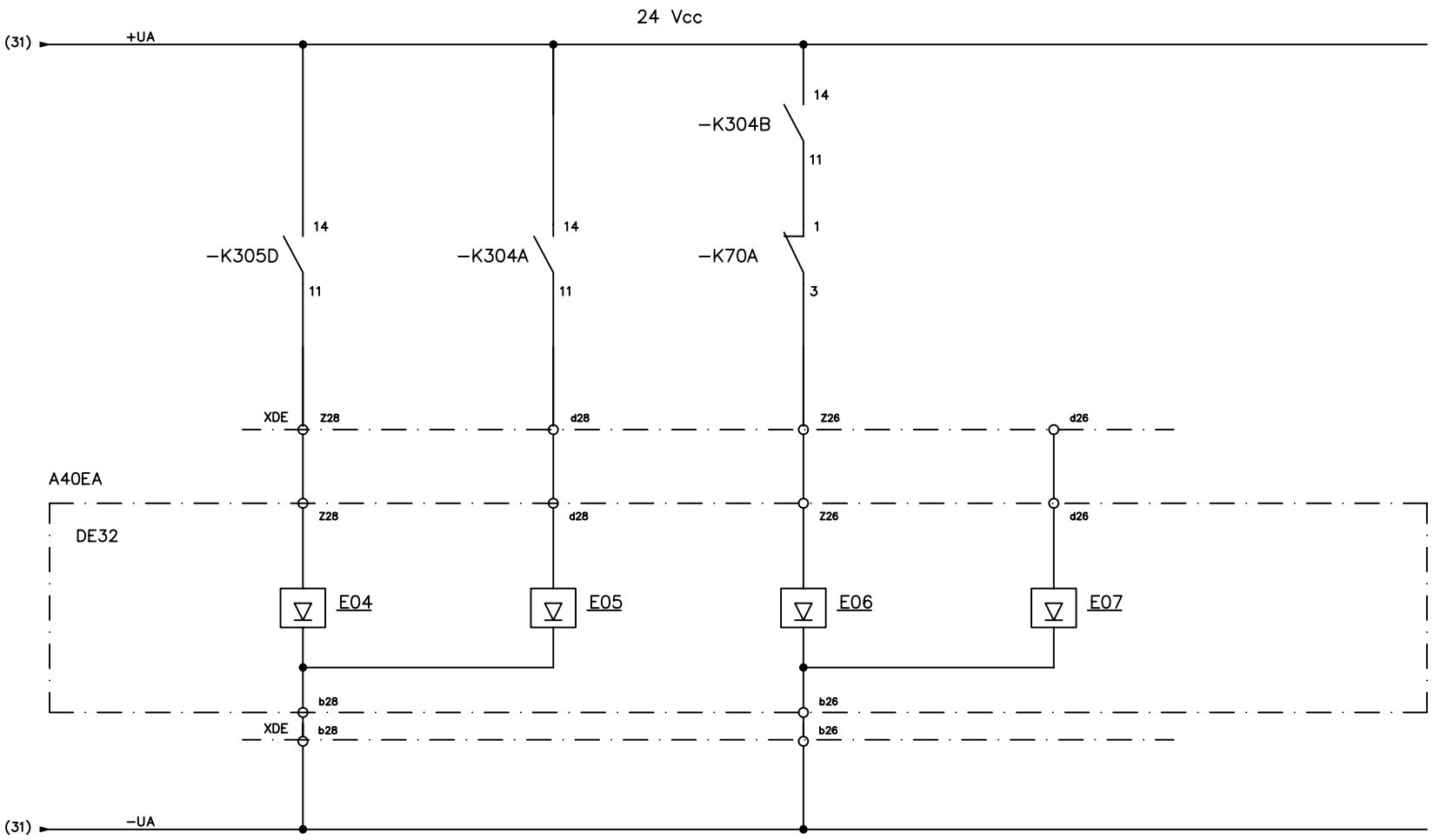


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	OCA01GTASD001	HOJA 40E	SIGUE 40F
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por				

HABILITAR CONSIGNA ANALÓGICA	CONECTAR EXCITACIÓN	DESCONECTAR EXCITACIÓN	RESERVA.

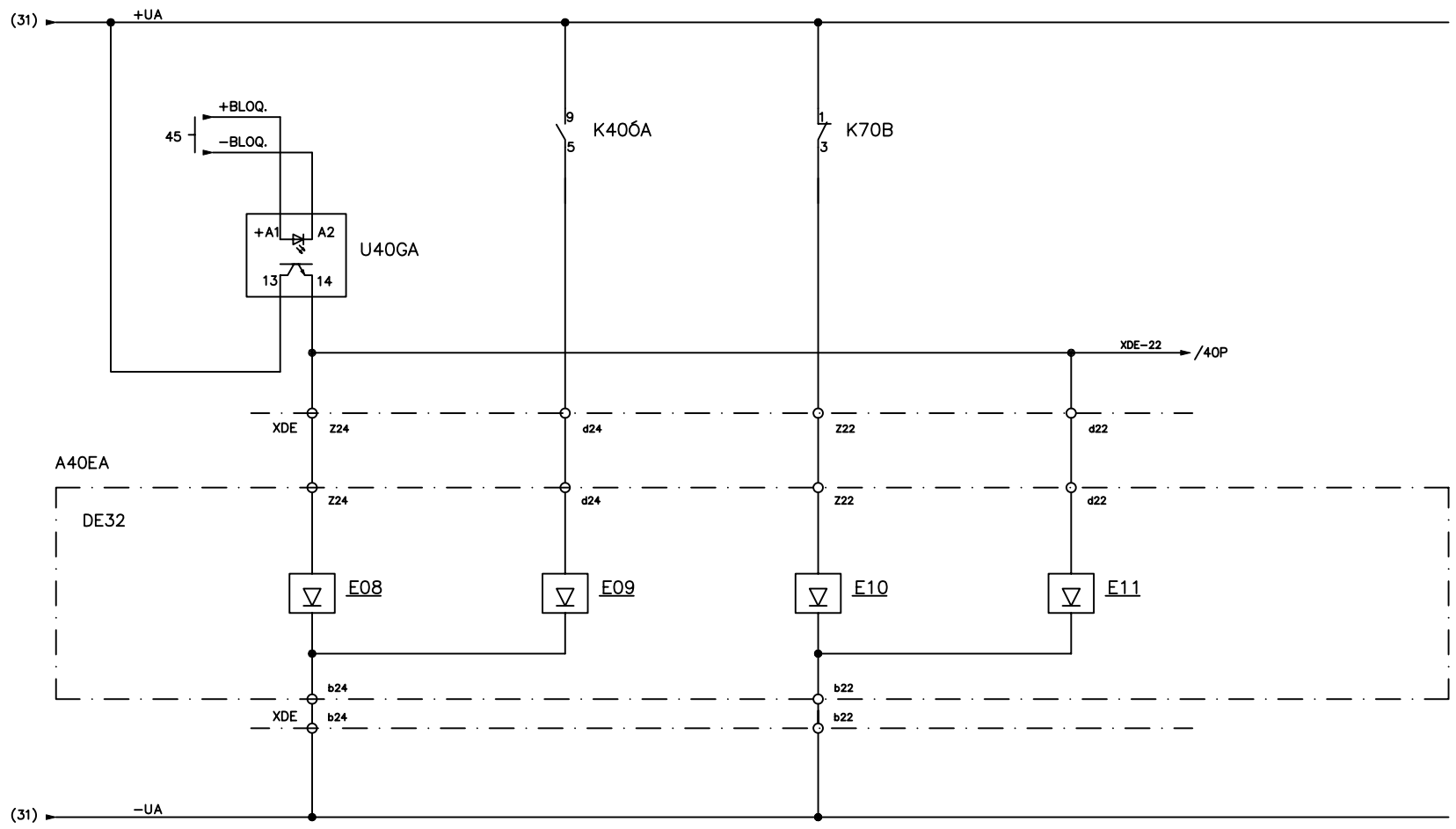


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	OCA01GTASD001	HOJA 40F	SIGUE 40G
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por				

DISPARO EXCITACIÓN	CEBADO CONECTADO	INTERRUPTOR GRUPO ABIERTO	DISPARO EXTERNO



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

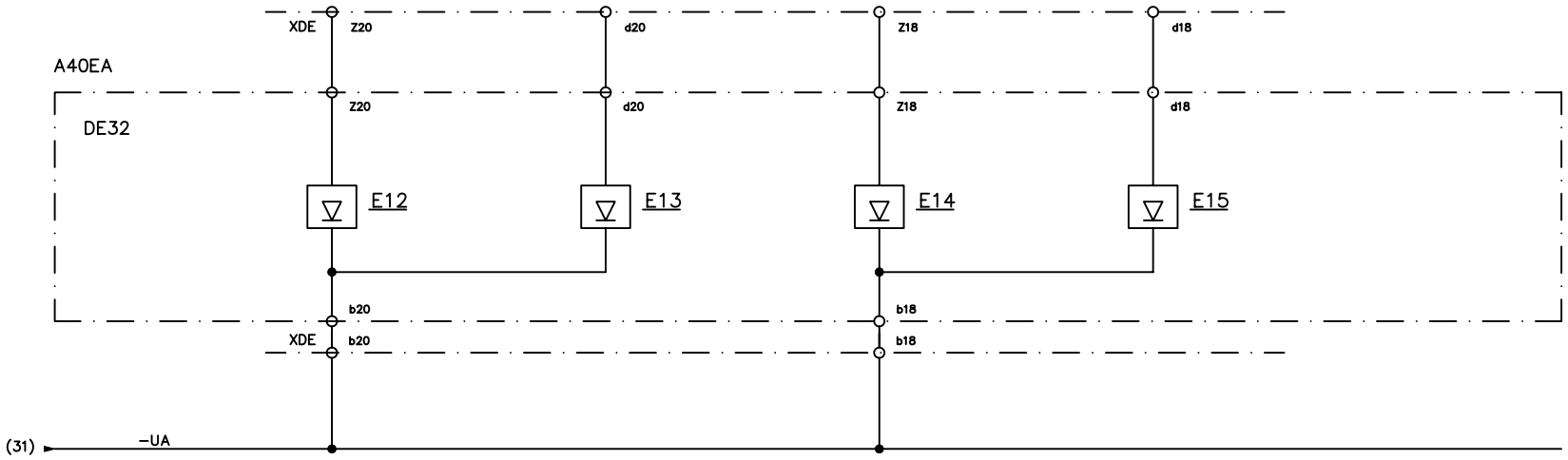
OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
				COMPROB.	30/09/09 PGD		
		b	12/11/10	APROBADO	N/A		
		a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
ENTRADAS DIGITALES
TARJETA DE32

OCA01GTASD001 | HOJA 40G | SIGUE 40H

RESERVA | RESERVA | RESERVA | RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	12/11/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

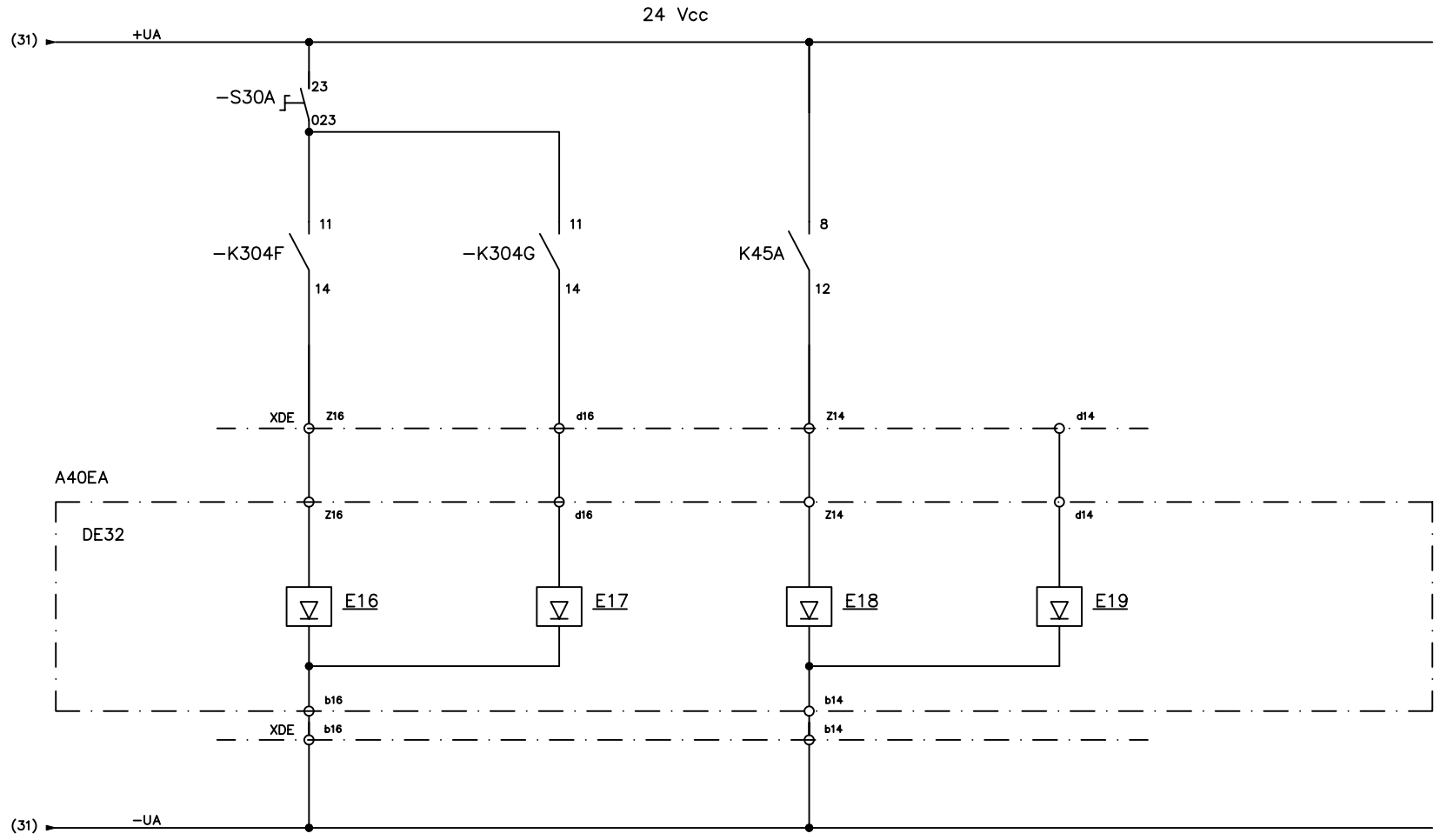
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
ENTRADAS DIGITALES
TARJETA DE32

OCA01GTASD001

HOJA 40H | SIGUE 40I

SUBIR CONSIGNA	BAJAR CONSIGNA	INTERRUPTOR DE CAMPO CERRADO	RESERVA

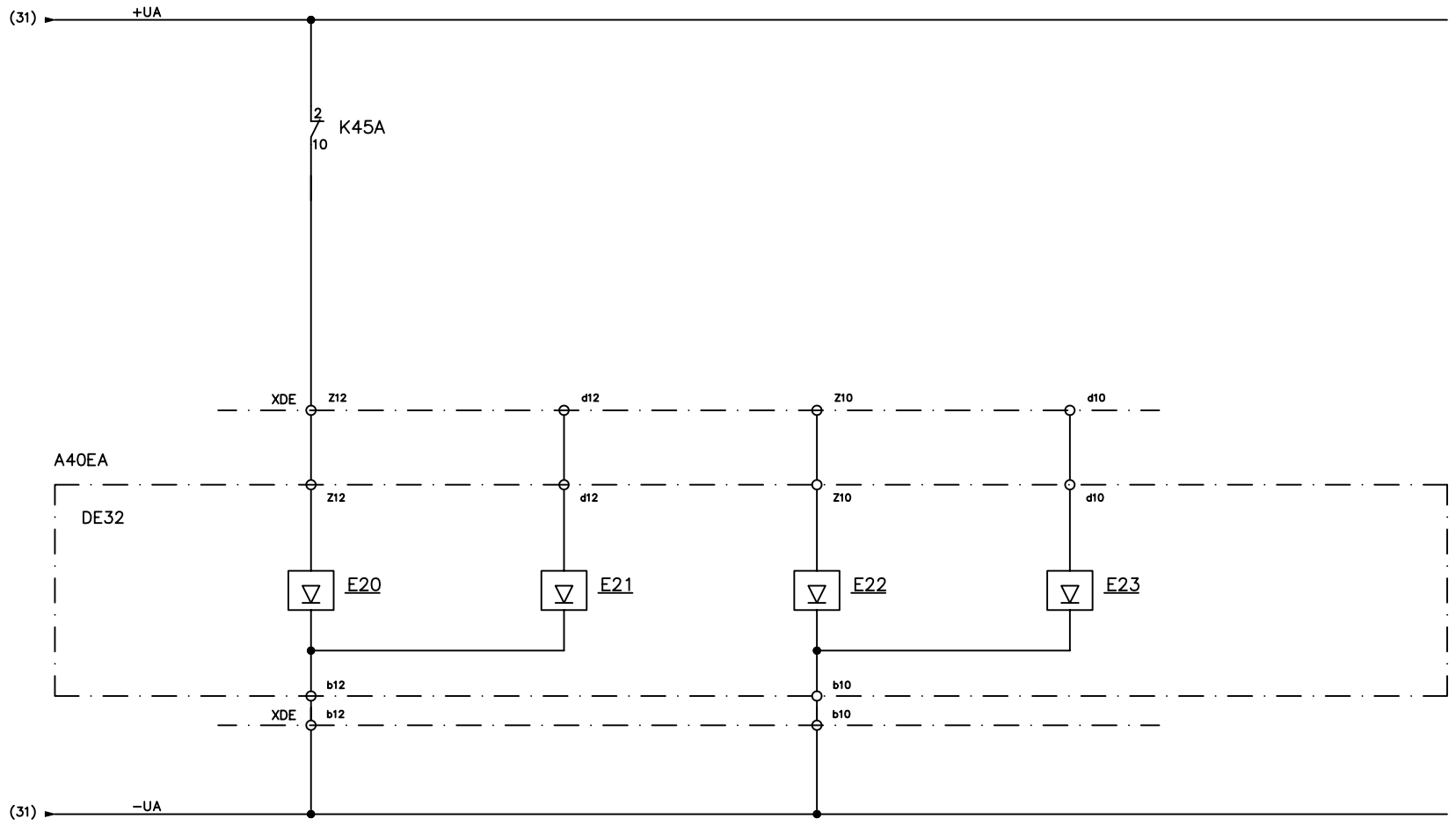


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE 32	OCA01GTASD001	HOJA 40I	SIGUE 40J
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por				

INTERRUPTOR DE CAMPO ABIERTO	RESERVA	RESERVA	RESERVA



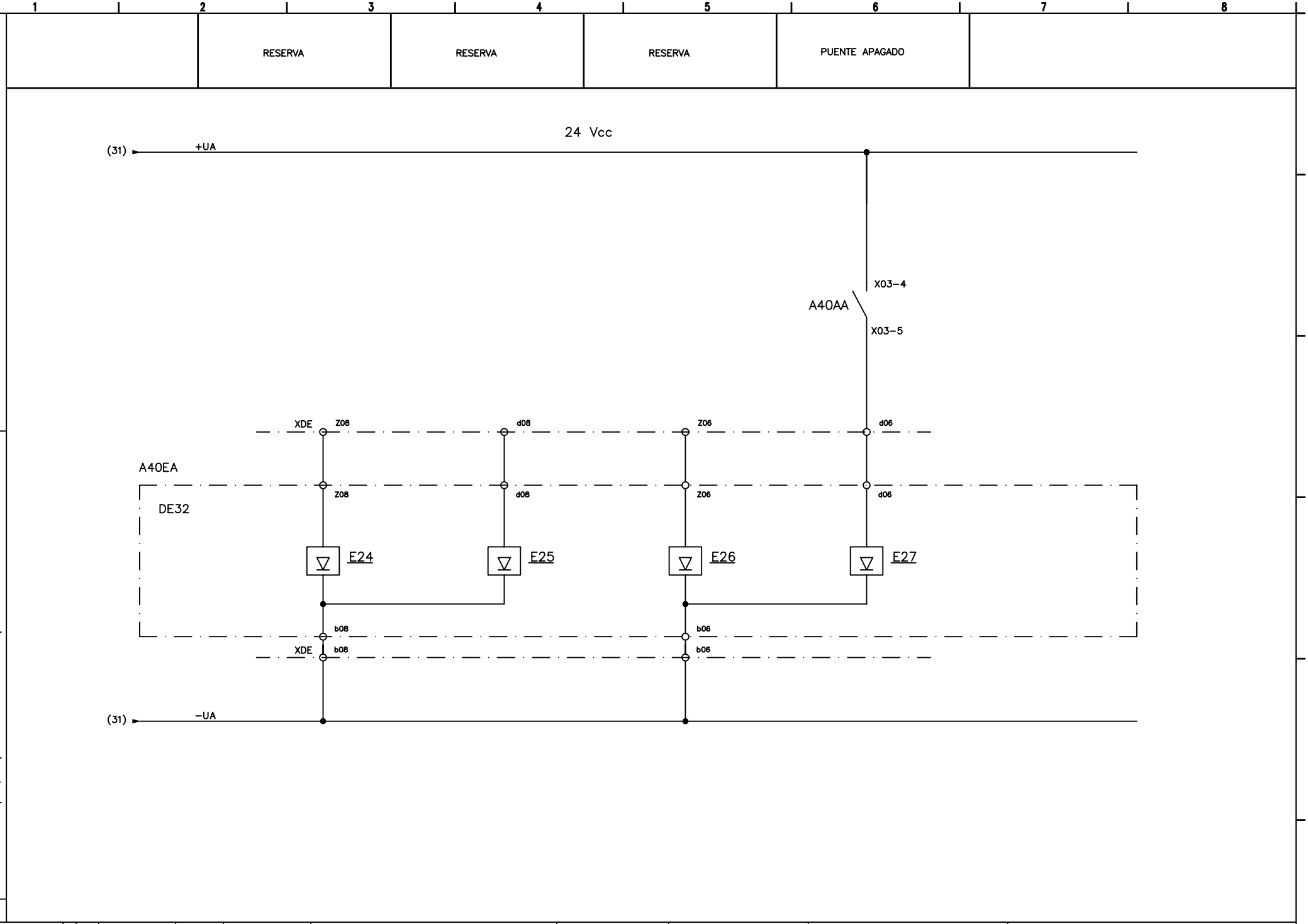
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.								
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
					COMPROB.	30/09/09 PGD		
		b	12/11/10		APROBADO	N/A		
		a	23/06/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32

OCA01GTASD001 | HOJA 40J | SIGUE 40K

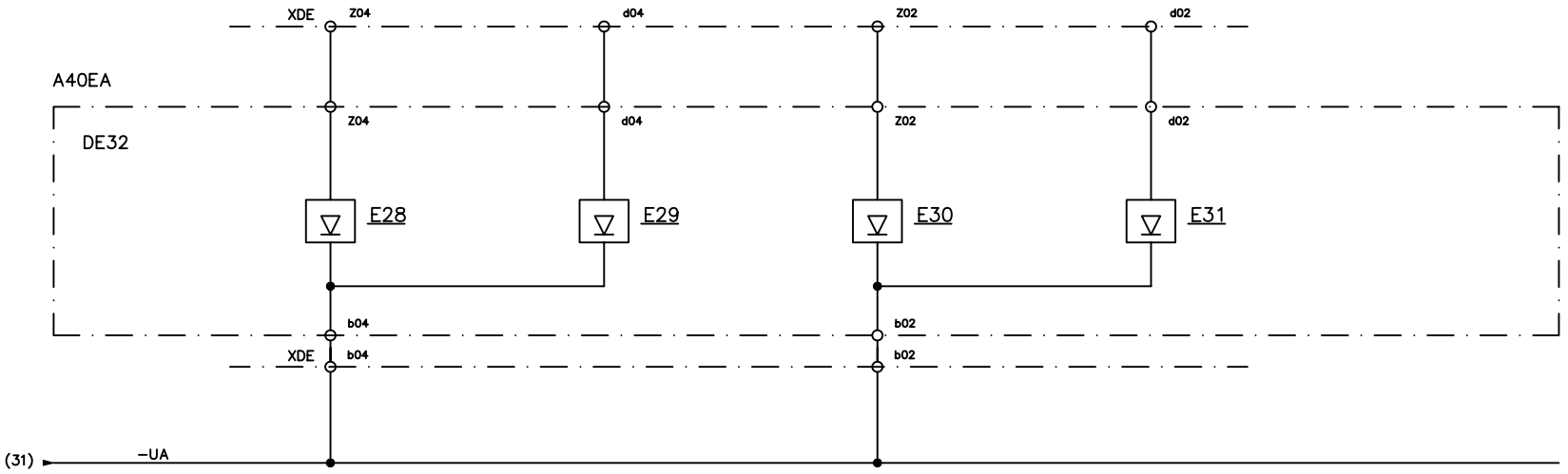


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.											
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN ENTRADAS DIGITALES TARJETA DE32	
					COMPROB.	30/09/09 PGD					
			b	12/11/10	APROBADO	N/A					
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	OCA01GTASD001	HOJA 40K / SIGUE 40L

RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

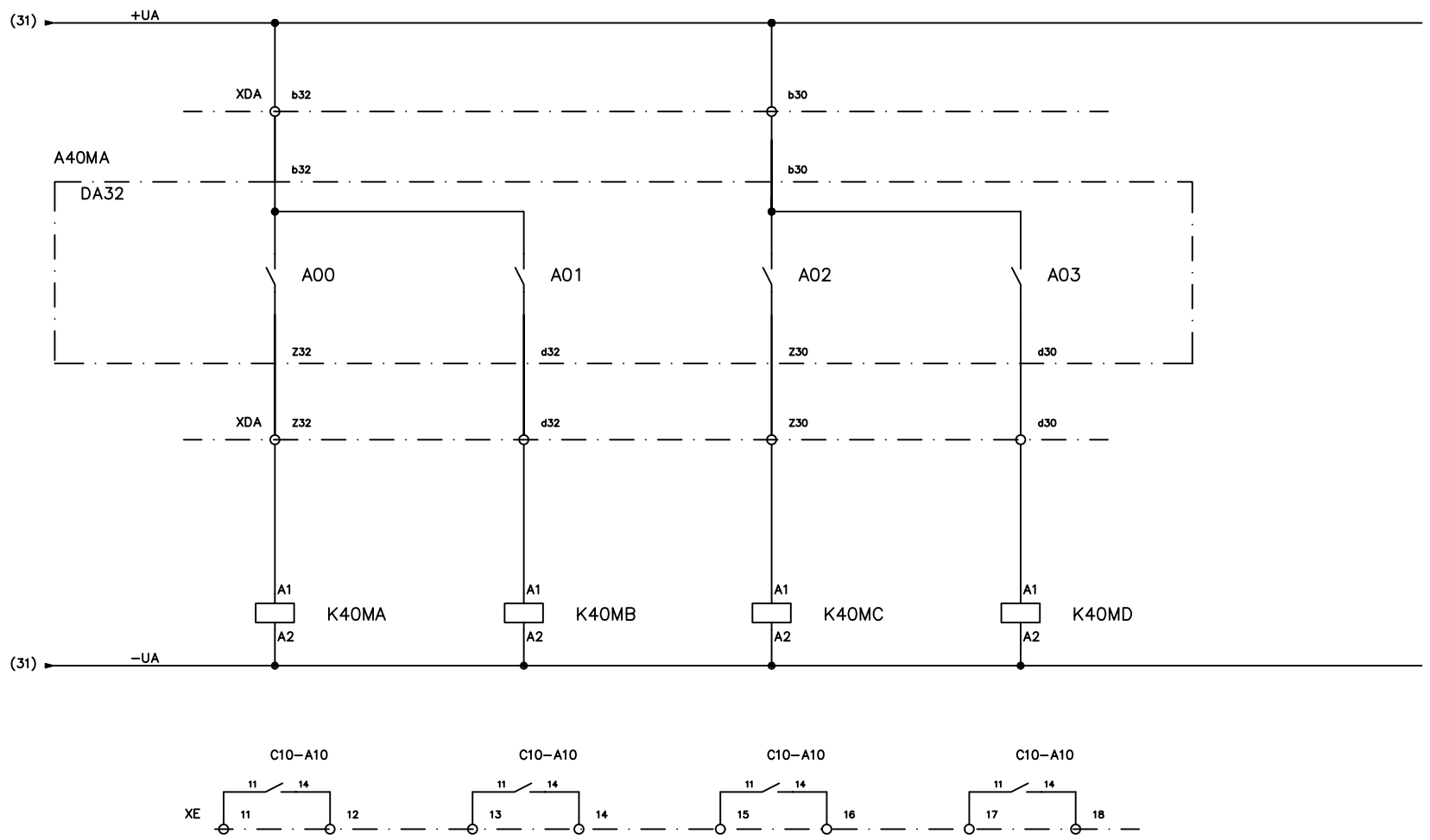
OCA

Modif.								
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
					COMPROB.	30/09/09 PGD		
					APROBADO	N/A		
		A	30/01/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
ENTRADAS DIGITALES
TARJETA DE32

OCA01GTASD001 | HOJA 40L | SIGUE 40M

EXCITACIÓN MODO MANUAL	EXCITACIÓN MODO AUTOMÁTICO	COS. PHI ACTIVO	CONSIGNA VALOR MÁXIMO



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	21/09/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

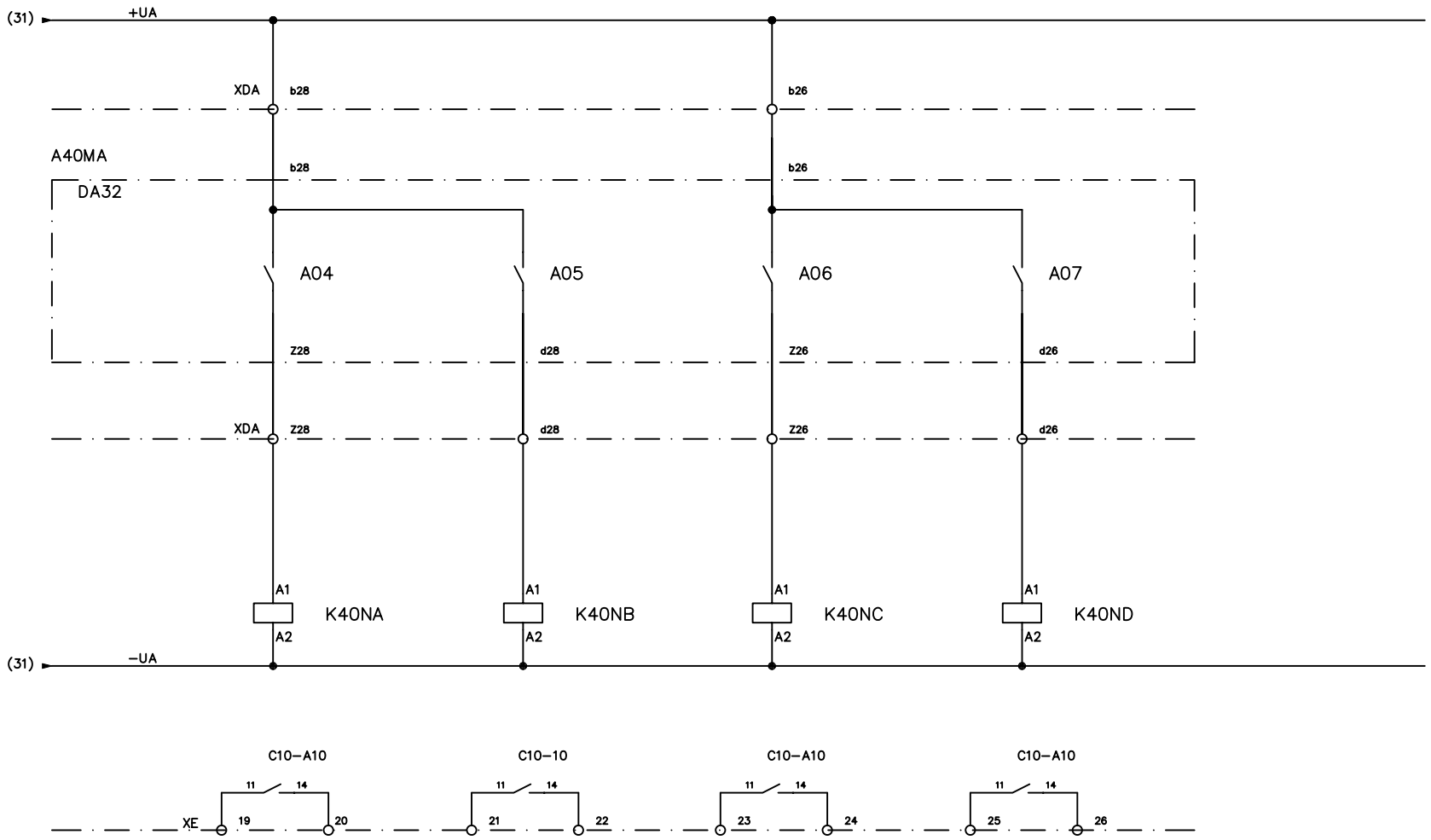
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40M | SIGUE 40N

CONSIGNA VALOR MÁXIMO	EXCITACIÓN CONECTADA	TIEMPO CEBADO EXCEDIDO	EXCITACIÓN CONECTADA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09 GFM	
					COMPROB.	30/09/09 PGD	
			b	21/09/10	APROBADO	N/A	
			a	23/06/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

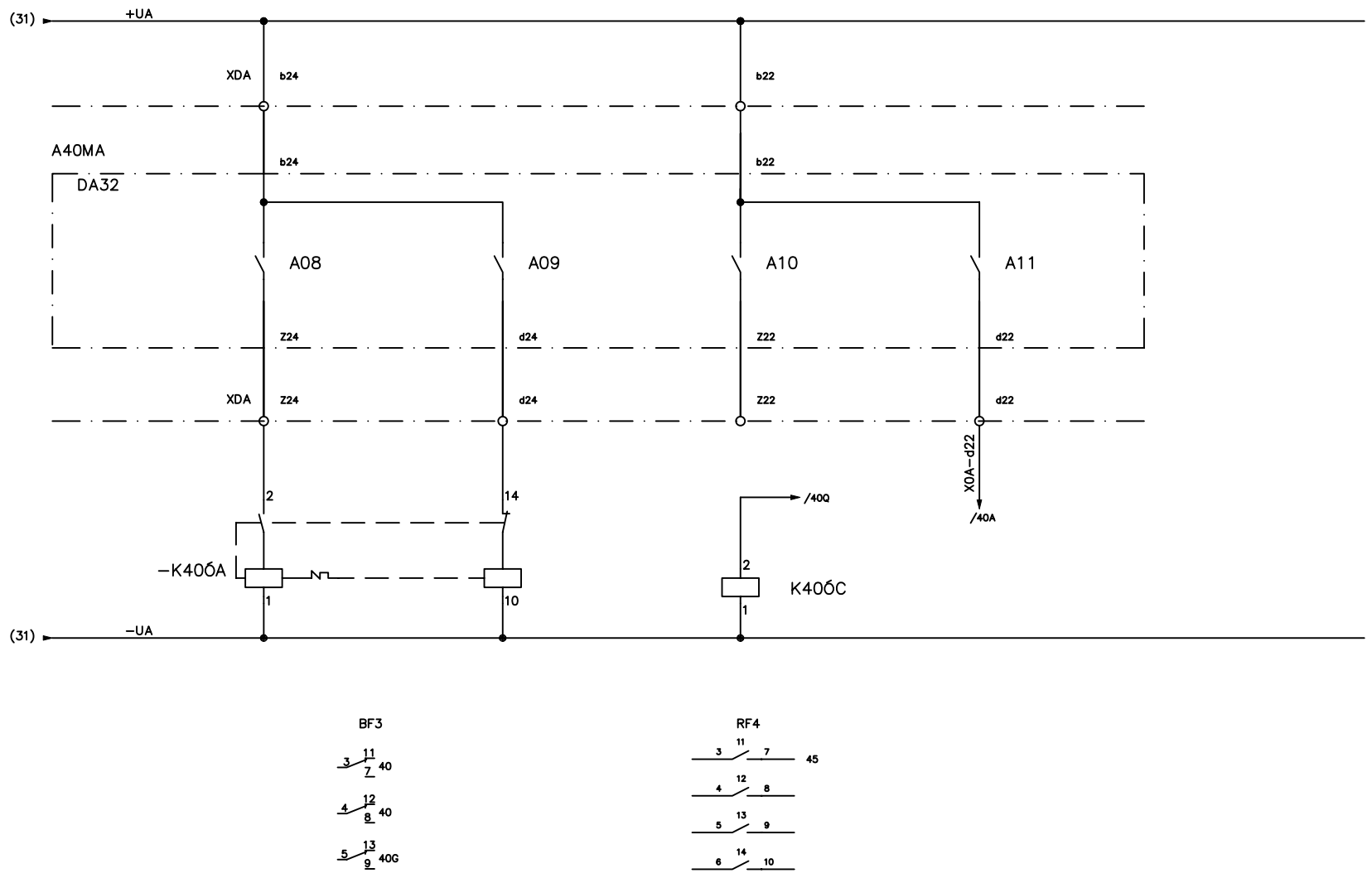
Proced. | Sust. a | Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40N | SIGUE 406

CONECTAR CEBADO	DESCONECTAR CEBADO	CERRAR INTERRUPTOR CAMPO	ACTIVAR PUENTE DE TIRISTORES



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	12/11/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

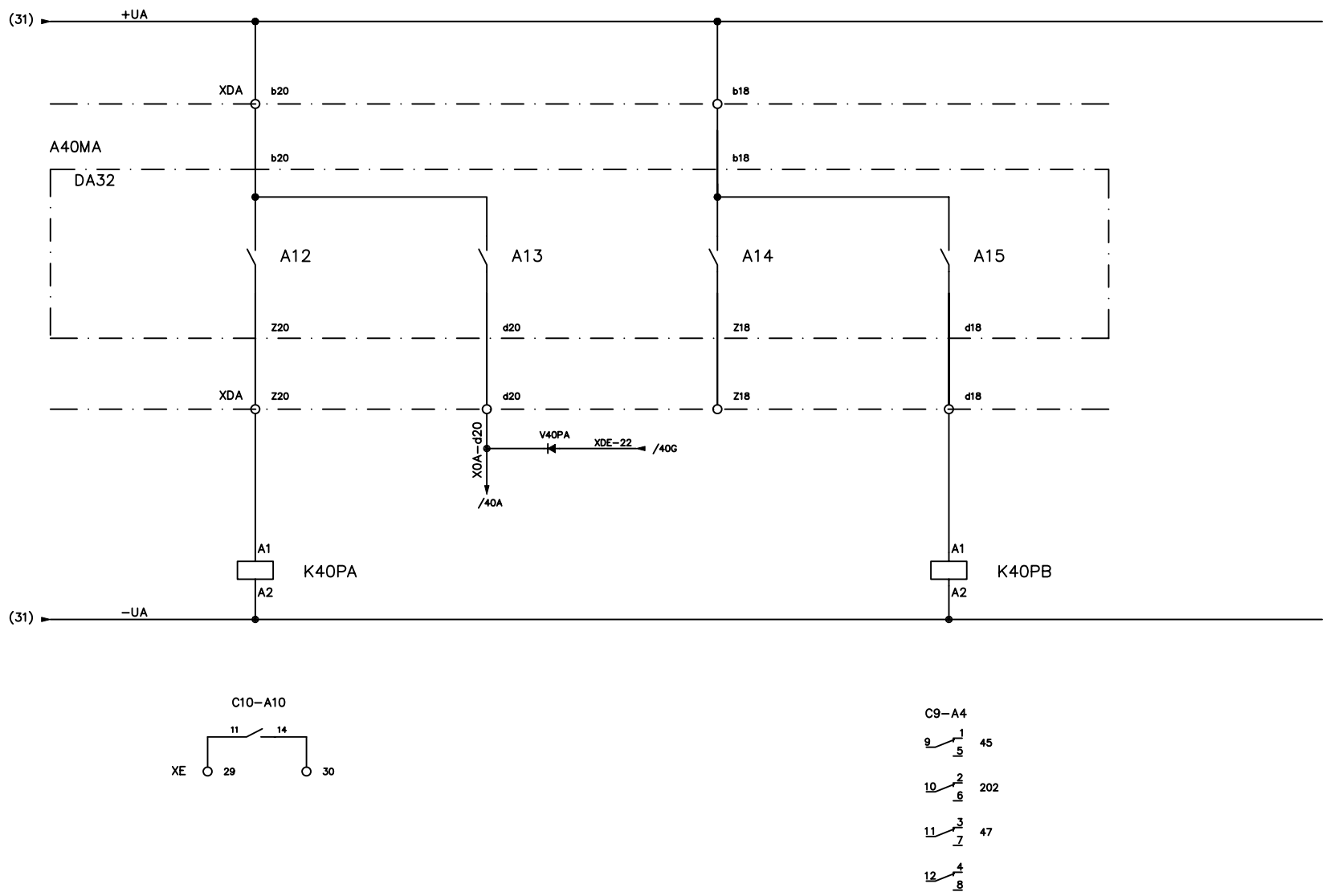
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40Ó | SIGUE 40P

RESERVA	DESACTIVAR PUENTE DE TIRISTORES	RESERVA	WATCH DOG



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09 GFM	
					COMPROB.	30/09/09 PGD	
		b	12/11/10		APROBADO	N/A	
		a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

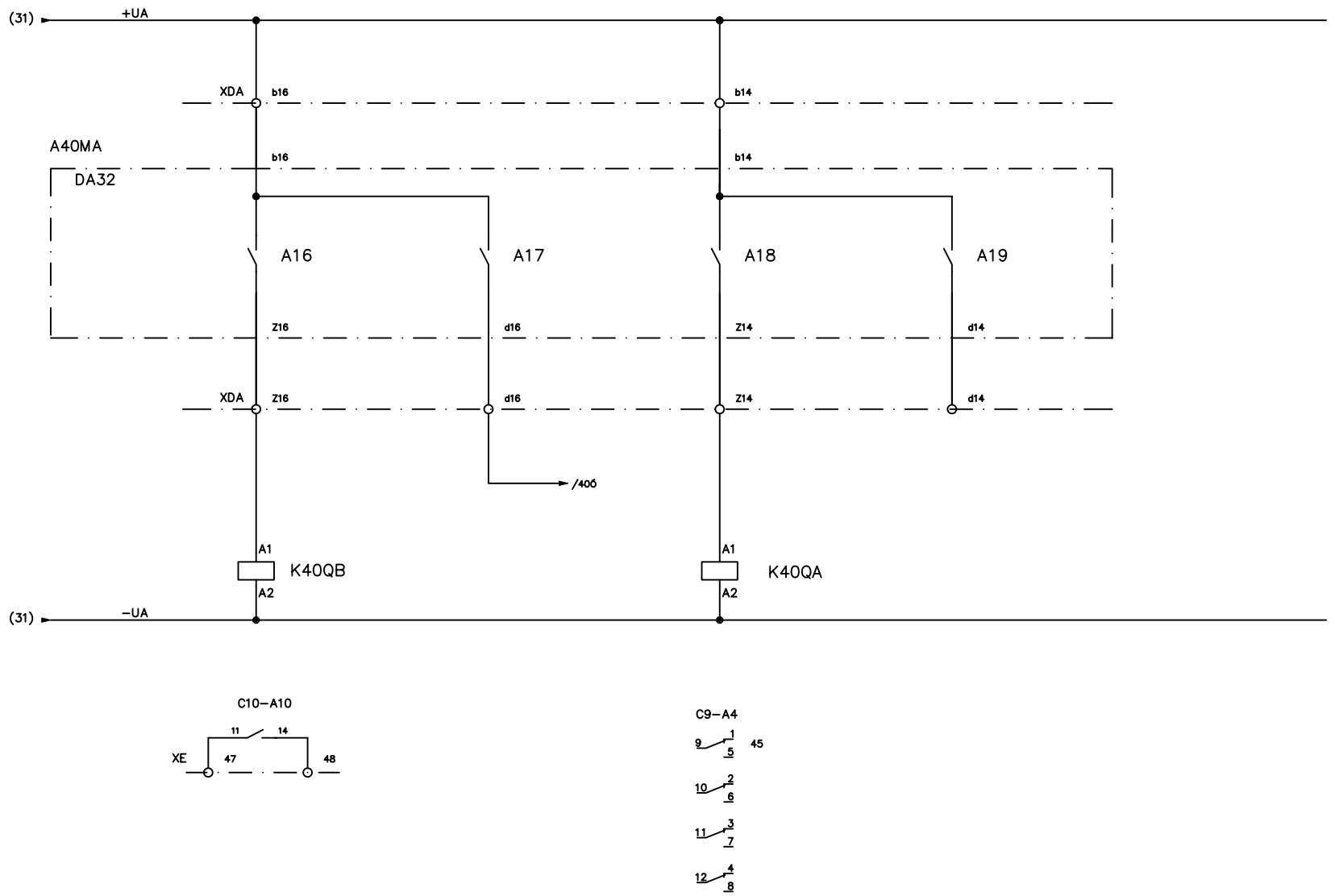
Proced. | Sust. a | Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40P | SIGUE 40Q

REGULADOR POTENCIA REACTIVA	CERRAR INTERRUPTOR DE CAMPO	ABRIR INTERRUPTOR DE CAMPO	RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09 GFM	
					COMPROB.	30/09/09 PGD	
		b	12/11/10		APROBADO	N/A	
		a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

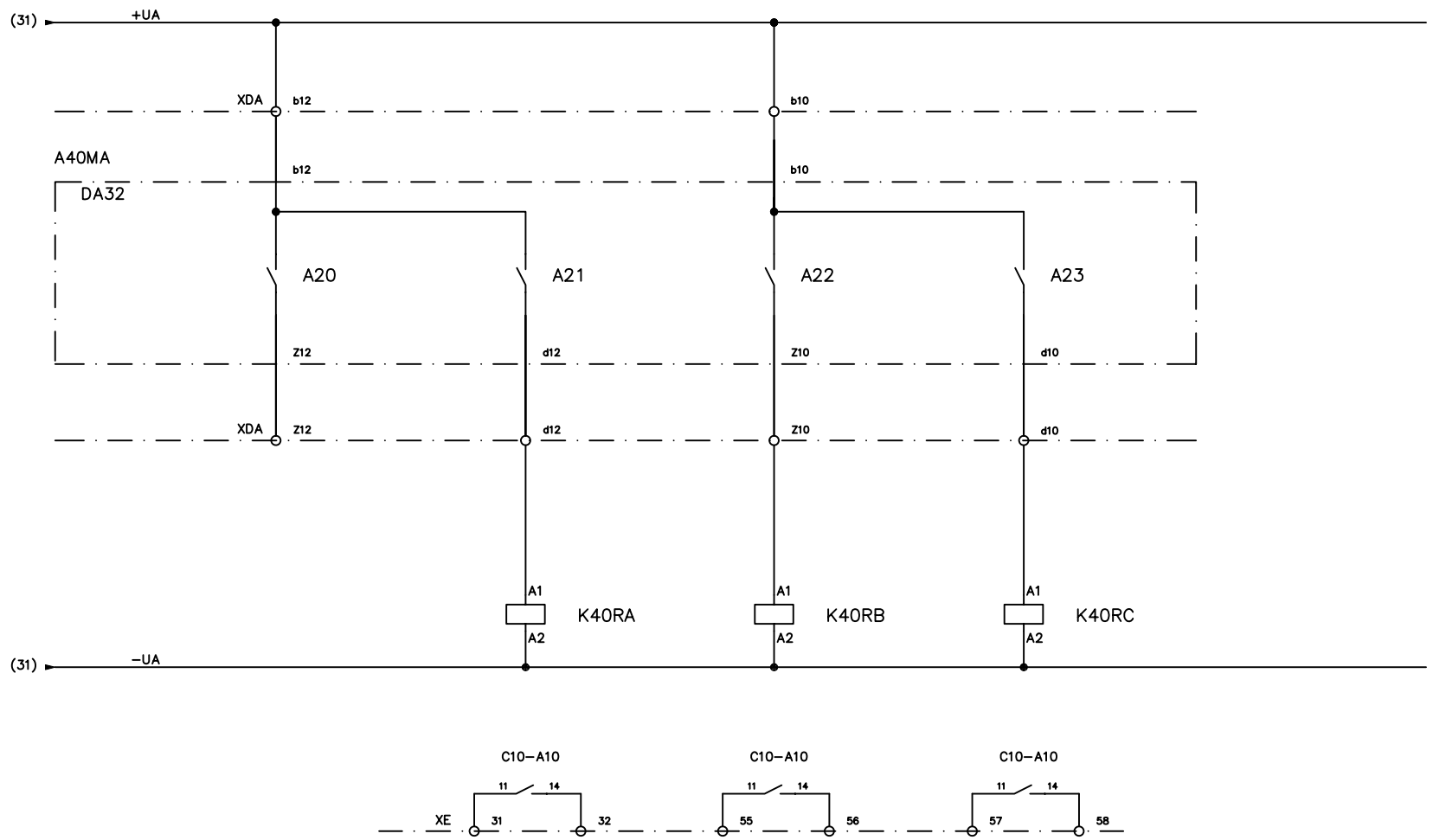
Proced. | Sust. a | Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40Q | SIGUE 40R

RESERVA	DISPARO EXCITACIÓN	RESERVA	EXCITACIÓN EN REMOTO



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	12/11/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

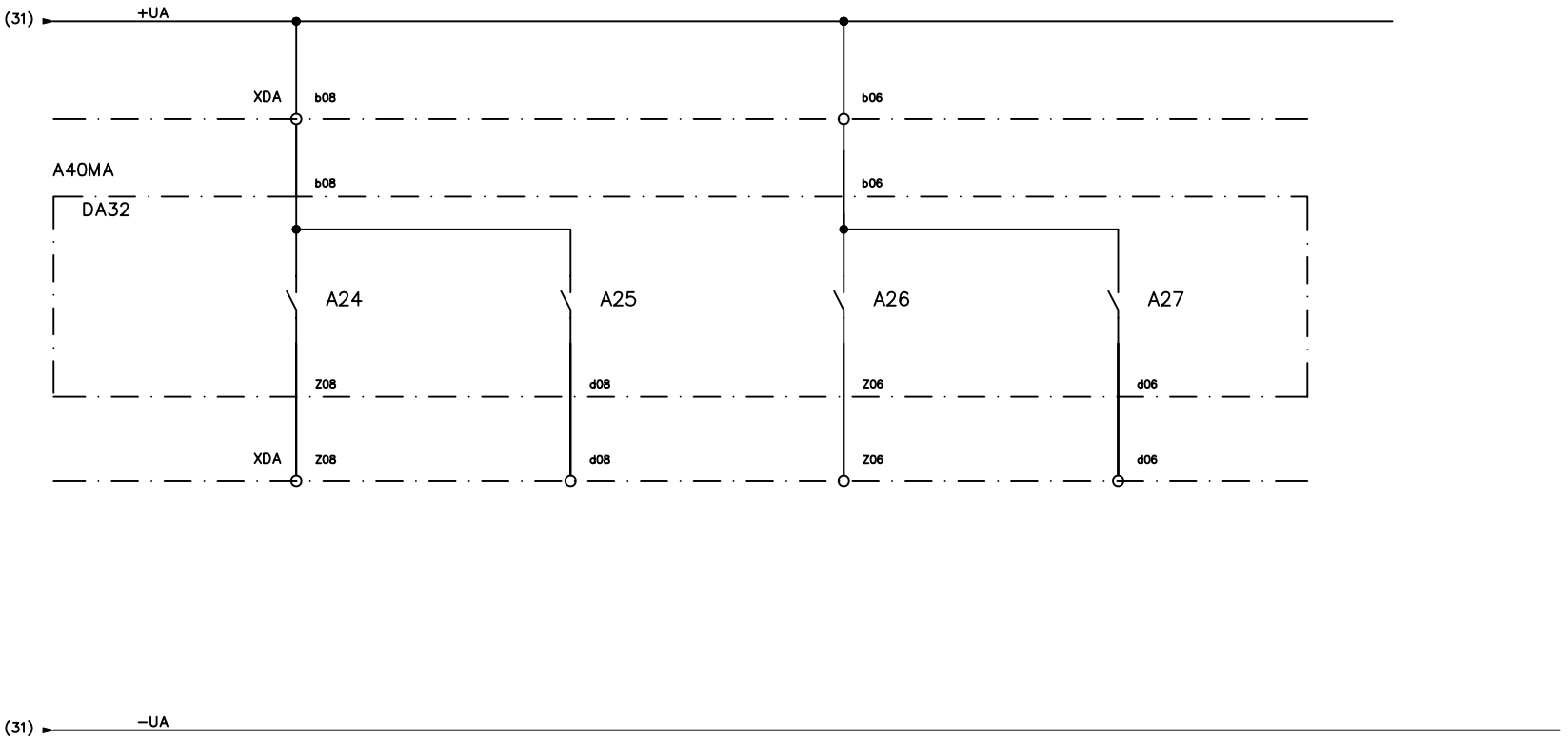
Proced. | Sust. a | Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40R | SIGUE 40S

RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

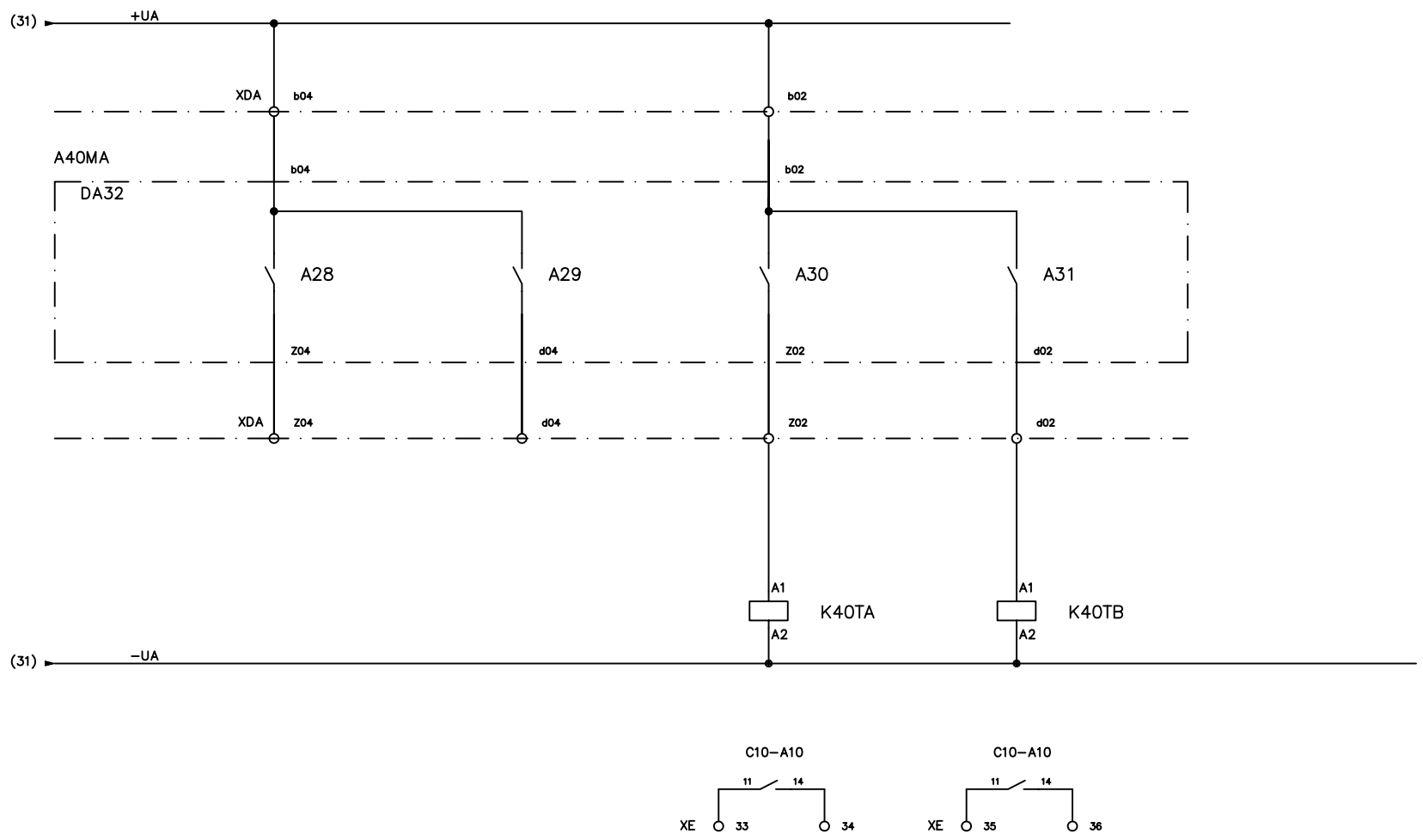
OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
				COMPROB.	30/09/09 PGD		
	b	12/11/10		APROBADO	N/A		
	a	23/06/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001 | HOJA 40S | SIGUE 40T

ACTIVAR BLOQUEO IMPULSOS	RESERVA	TIEMPO CEBADO EXCEDIDO	EXCITACIÓN LOCAL



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	12/11/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

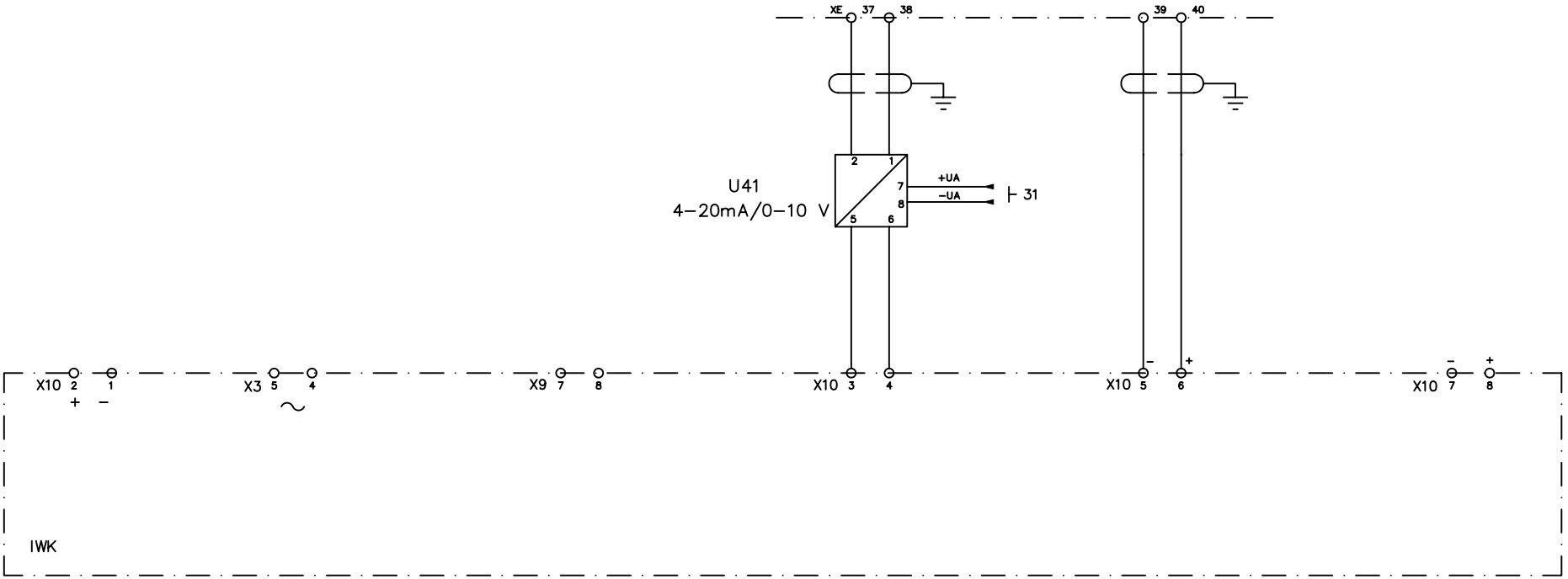
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
SALIDAS DIGITALES
TARJETA DA32

OCA01GTASD001

HOJA 40T | SIGUE 041

ENTRADA ANALÓGICA 1	ENTRADA ANALÓGICA 2	ENTRADA ANALÓGICA 3	ENTRADA ANALÓGICA 4 / AJUSTES CONSINA REG.	ENTRADA ANALÓGICA 5	ENTRADA ANALÓGICA 6



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	21/09/10		APROBADO	N/A	
	a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

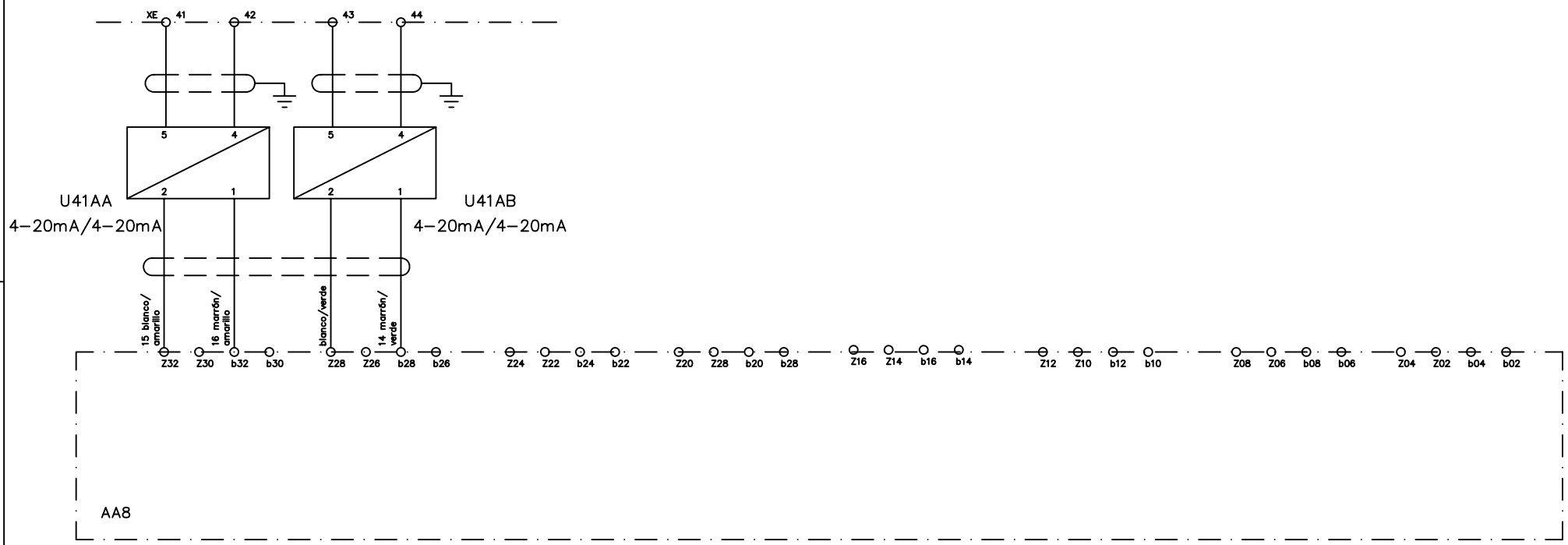
Sust. por

SISTEMA DE EXCITACIÓN
ENTRADAS ANALÓGICAS

OCA01GTASD001

HOJA 041 | SIGUE 41A

	SALIDA ANALÓGICA Y0	SALIDA ANALÓGICA Y1	SALIDA ANALÓGICA Y2	SALIDA ANALÓGICA Y3	SALIDA ANALÓGICA Y4	SALIDA ANALÓGICA Y5	SALIDA ANALÓGICA Y6	SALIDA ANALÓGICA Y7
	POSICIÓN CONSIGNA EXCITACIÓN	INTENSIDAD CAMPO EXCITATRIZ						



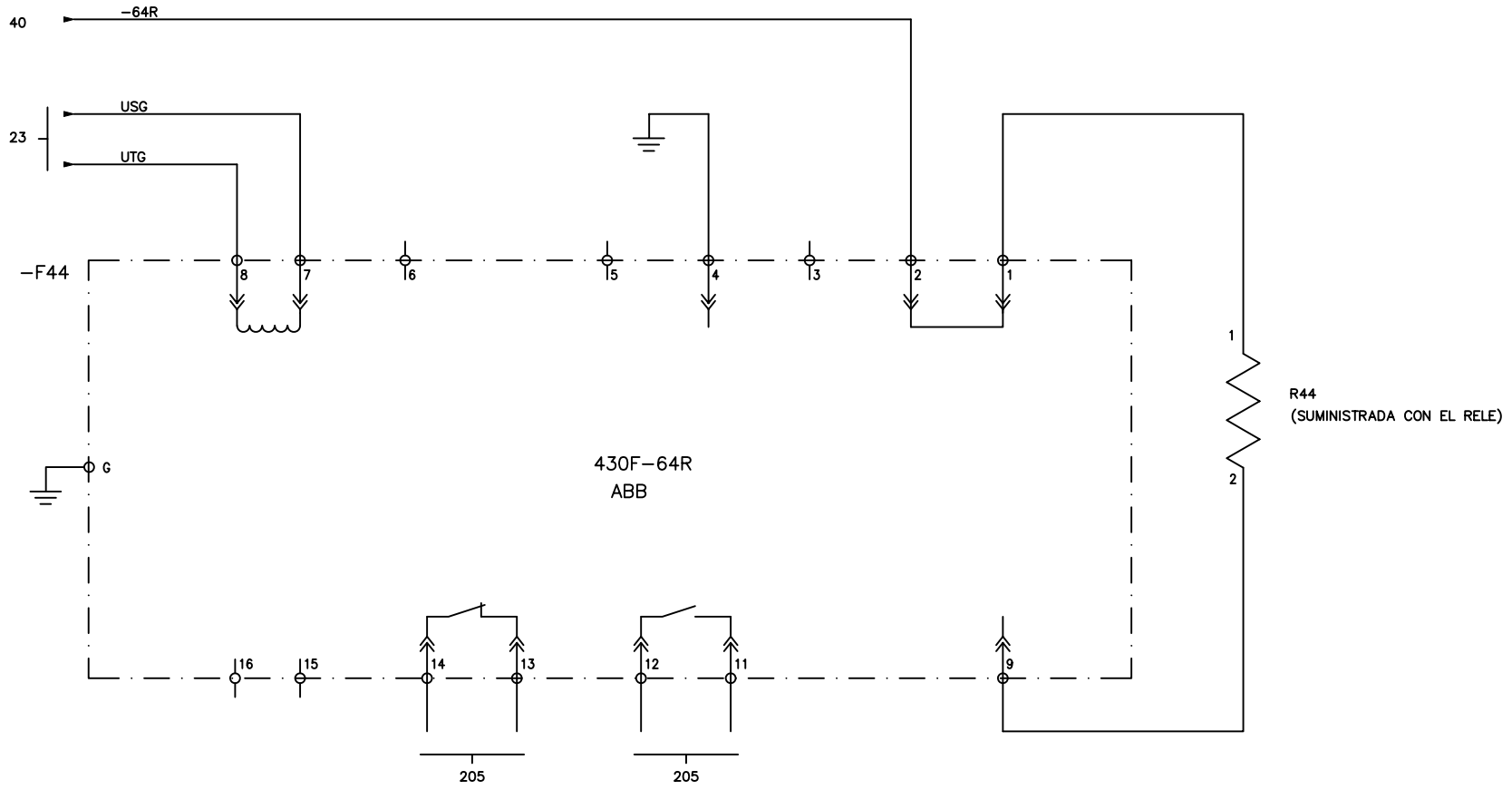
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.								
						PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SISTEMA DE EXCITACIÓN SALIDAS ANALÓGICAS
						COMPROB.	30/09/09 PGD				
						APROBADO	N/A				
				a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 | HOJA 41A | SIGUE 044

ALIMENTACIÓN AUXILIAR c.a.	ANOMALÍA RELE	ACTUACIÓN RELE TIERRA ROTOR 64F	CONEXIÓN NEGATIVO (−)



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.					
						PREPARADO	30/09/09 GFM	
						COMPROB.	30/09/09 PGD	
						APROBADO	N/A	
			a	23/06/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a | Sust. por

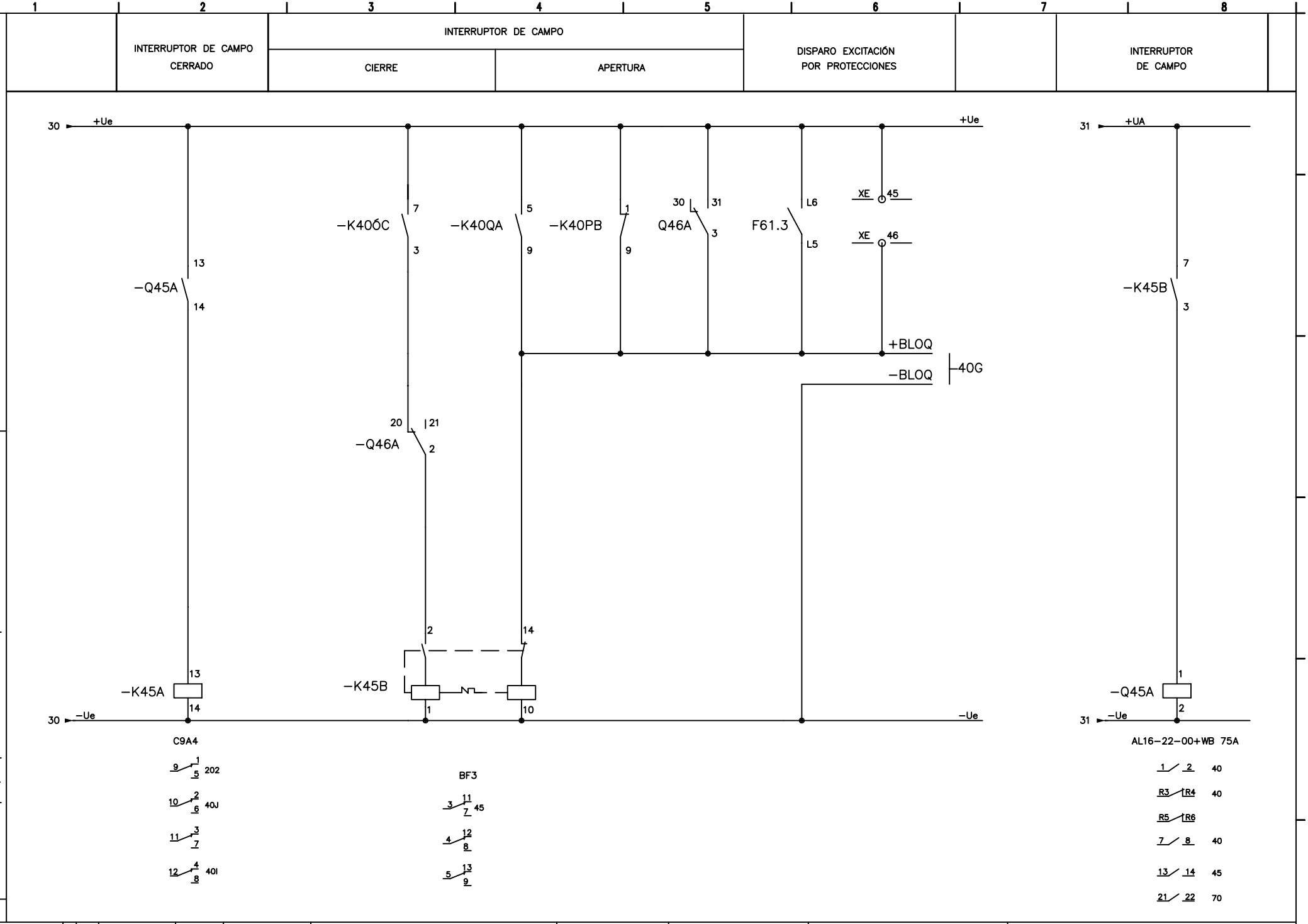
PROINELCA POWER

ALSTOM

RELE TIERRA ROTOR
ITE−64R

OCA01GTASD001

HOJA 044 | SIGUE 045



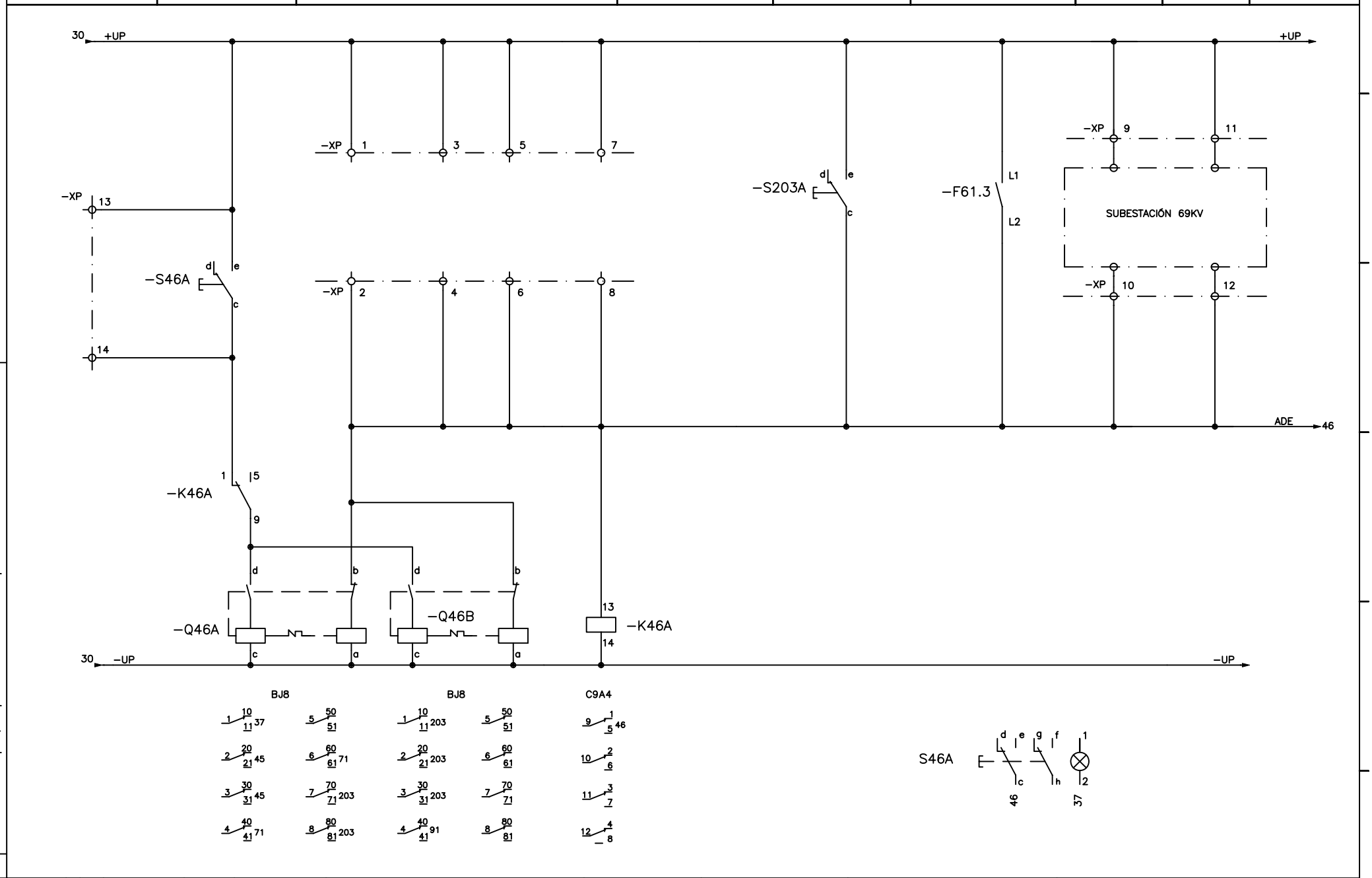
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
d	12/11/10	PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD			
b	23/06/10	APROBADO	N/A			
a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por

INTERRUPTOR CAMPO

OCA01GTASD001 HOJA 045 SIGUE 046



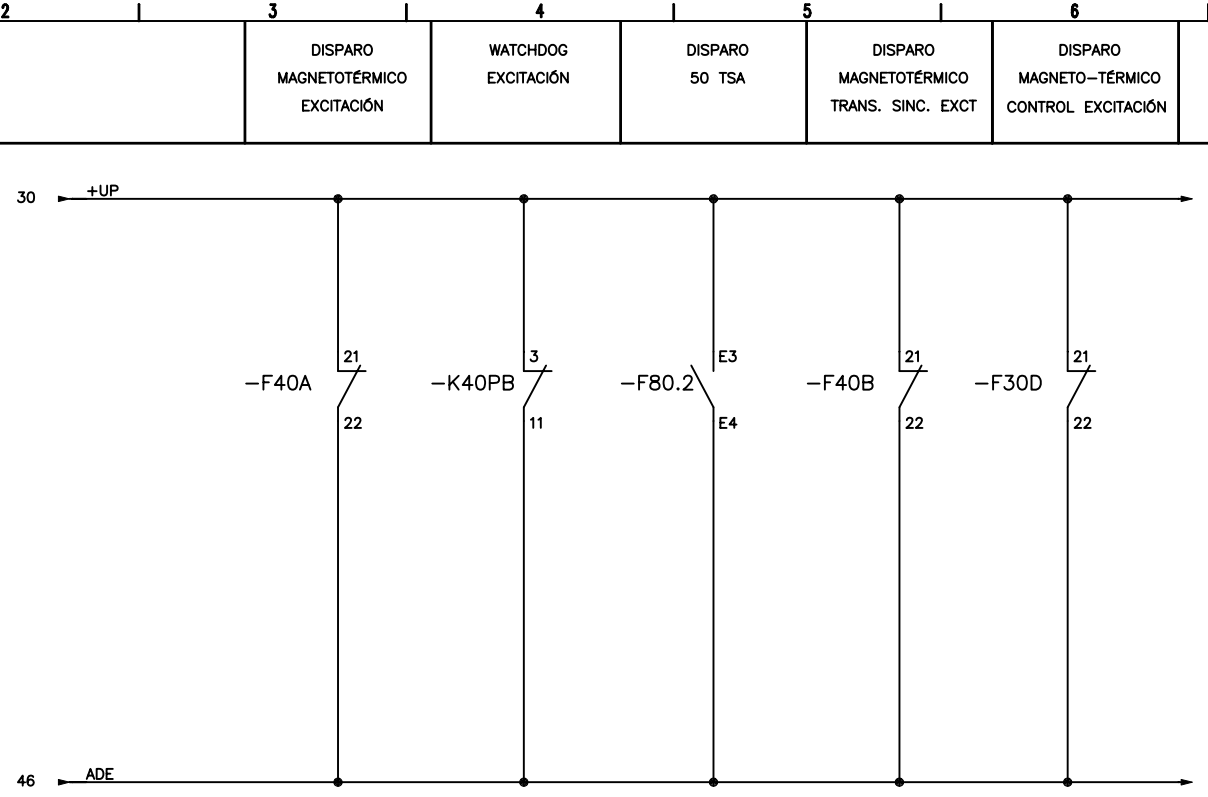
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
			COMPROB.	30/09/09 PGD		
	b	23/06/10	APROBADO	N/A		
	a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

RELE DE DISPAROS ELECTRICOS 86E (1)

OCA01GTASD001 | HOJA 046 | SIGUE 047



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	23/06/10		APROBADO	N/A	
	a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

Sust. por

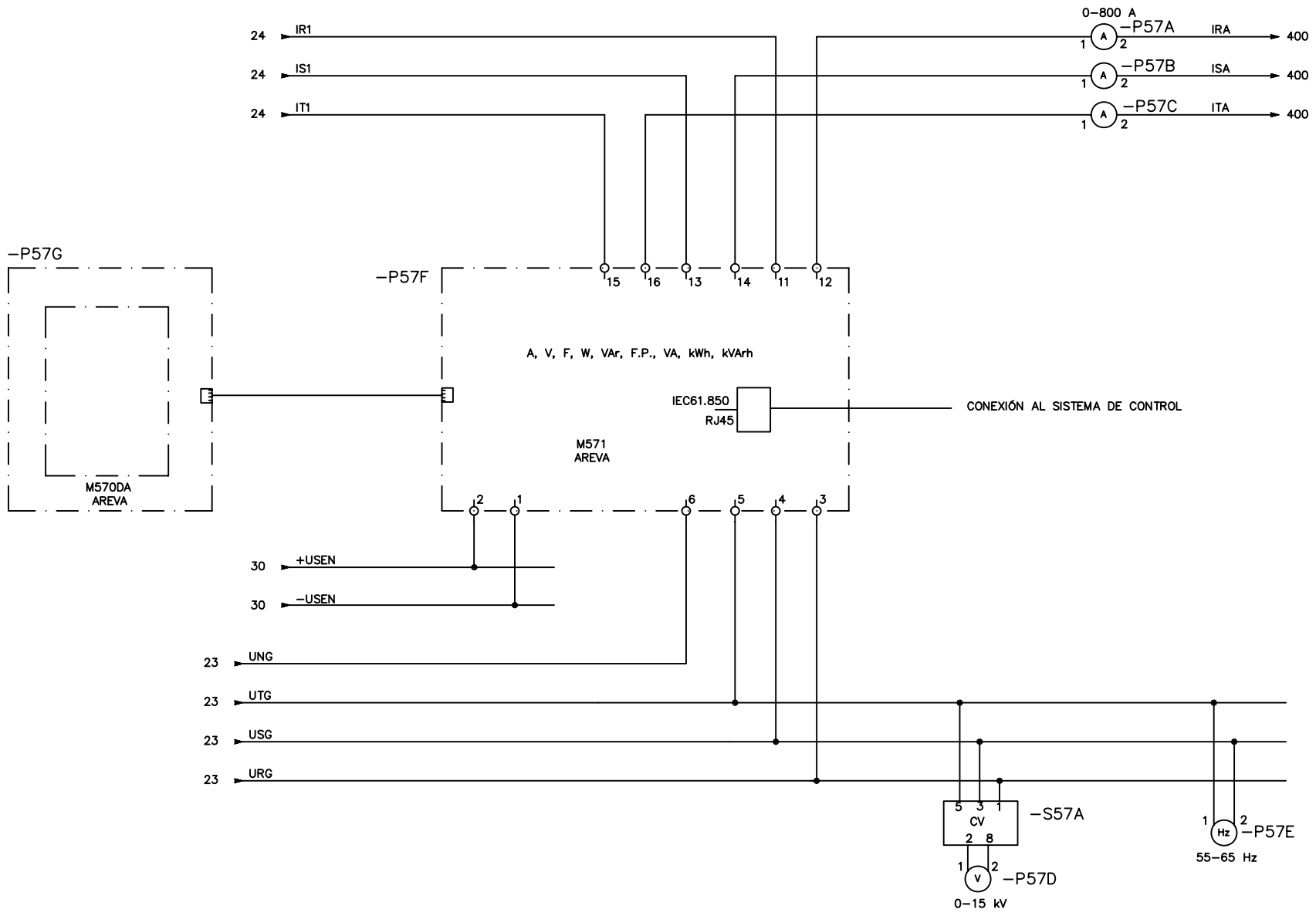
RELE DE DISPAROS ELECTRICOS 86E (2)

OCA01GTASD001

HOJA 047 | SIGUE 057

DISPLAY

MEDIDAS ELÉCTRICAS



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
					COMPROB.	30/09/09	PGD
			b	23/06/10	APROBADO	N/A	
			a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

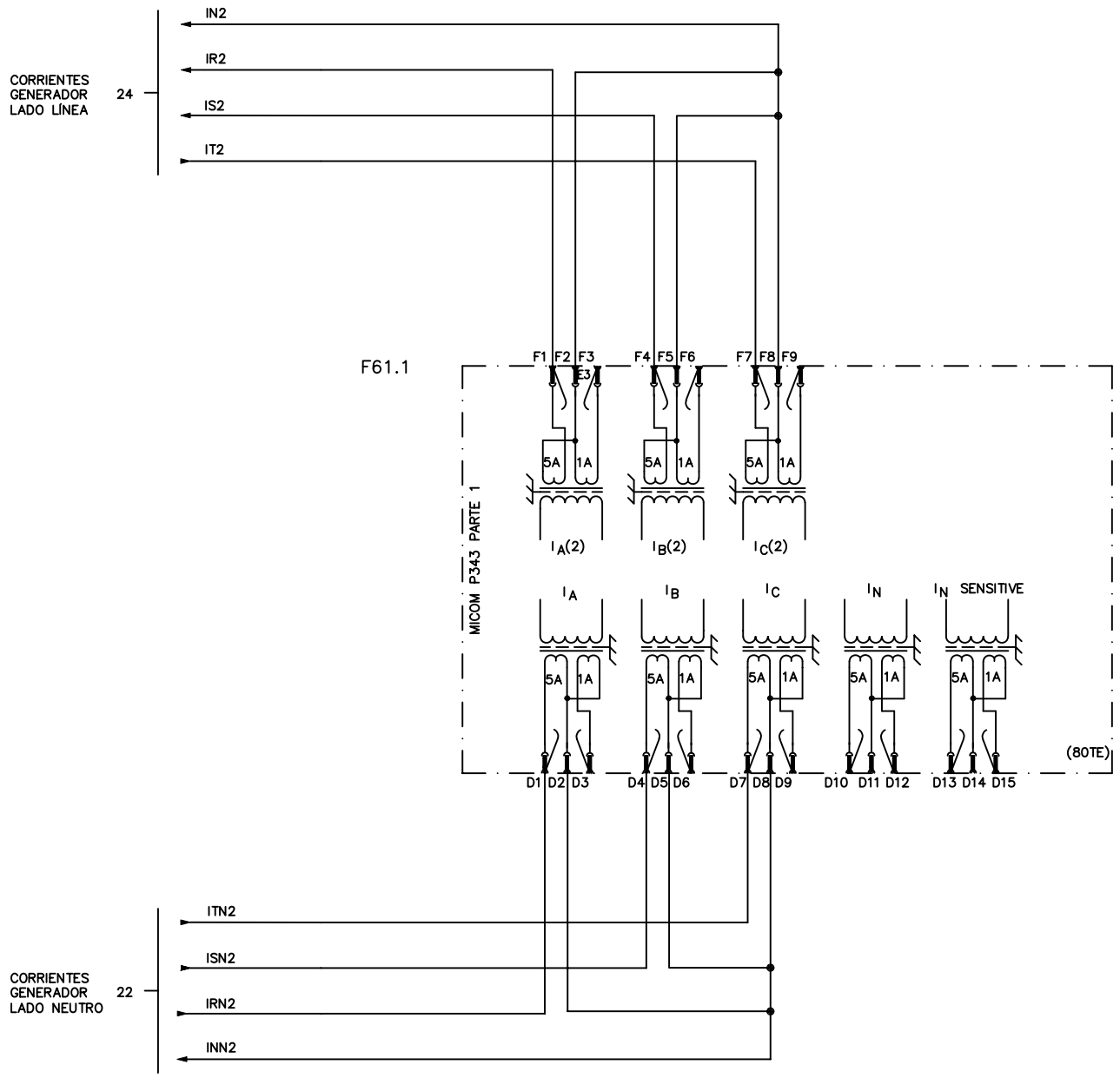
ALSTOM

Proced. | Sust. a | Sust. por

CONTADOR Y MEDIDAS

OCA01GTASD001

HOJA 057 | SIGUE 061

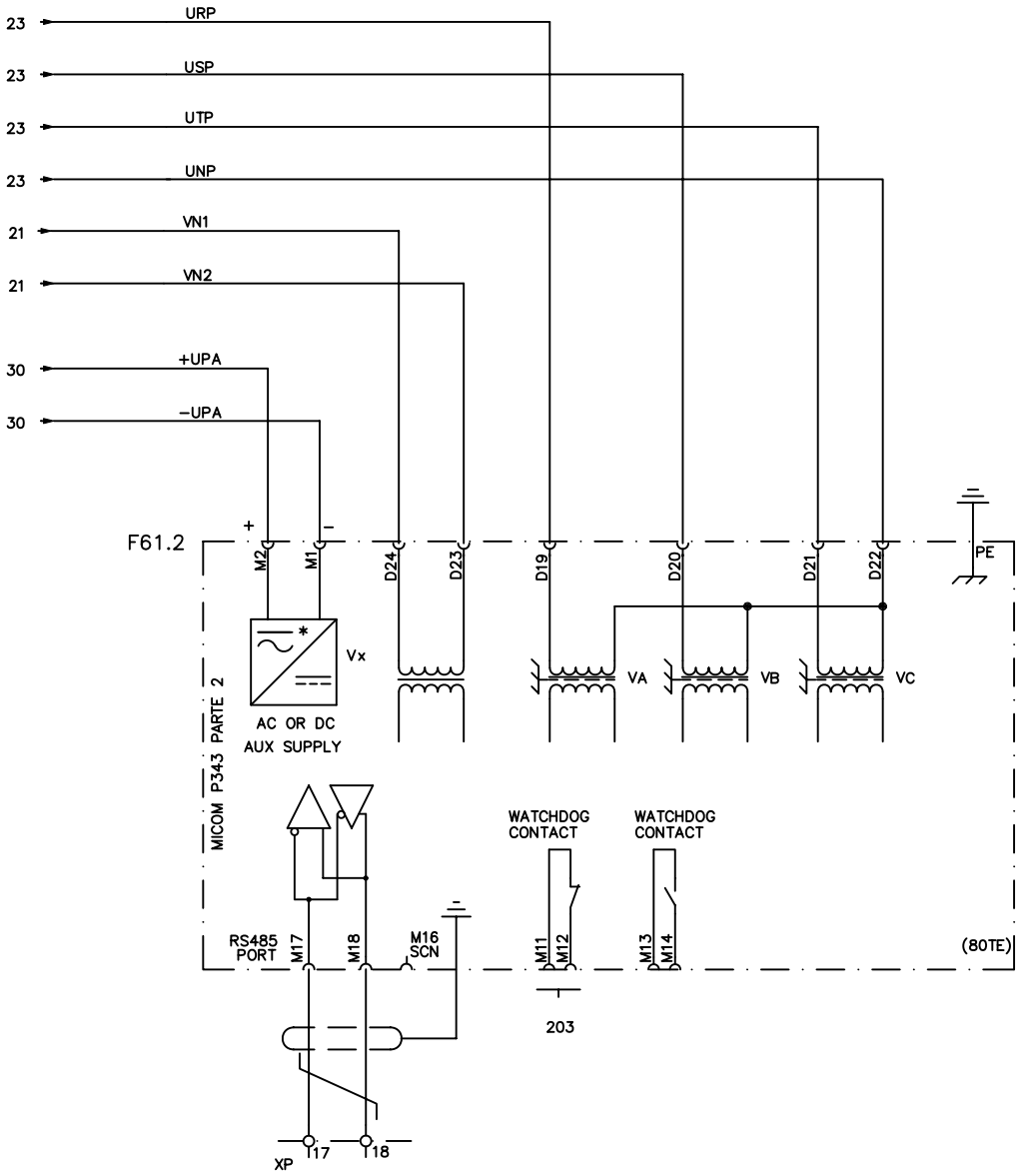


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.		PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	PROTECCION DE GENERADOR PARTE 1
				COMPROB.	30/09/09 PGD				
				APROBADO	N/A				
		a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 | HOJA 061 | SIGUE 062



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
					COMPROB.	30/09/09	PGD
		b	23/06/10		APROBADO	N/A	
		a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

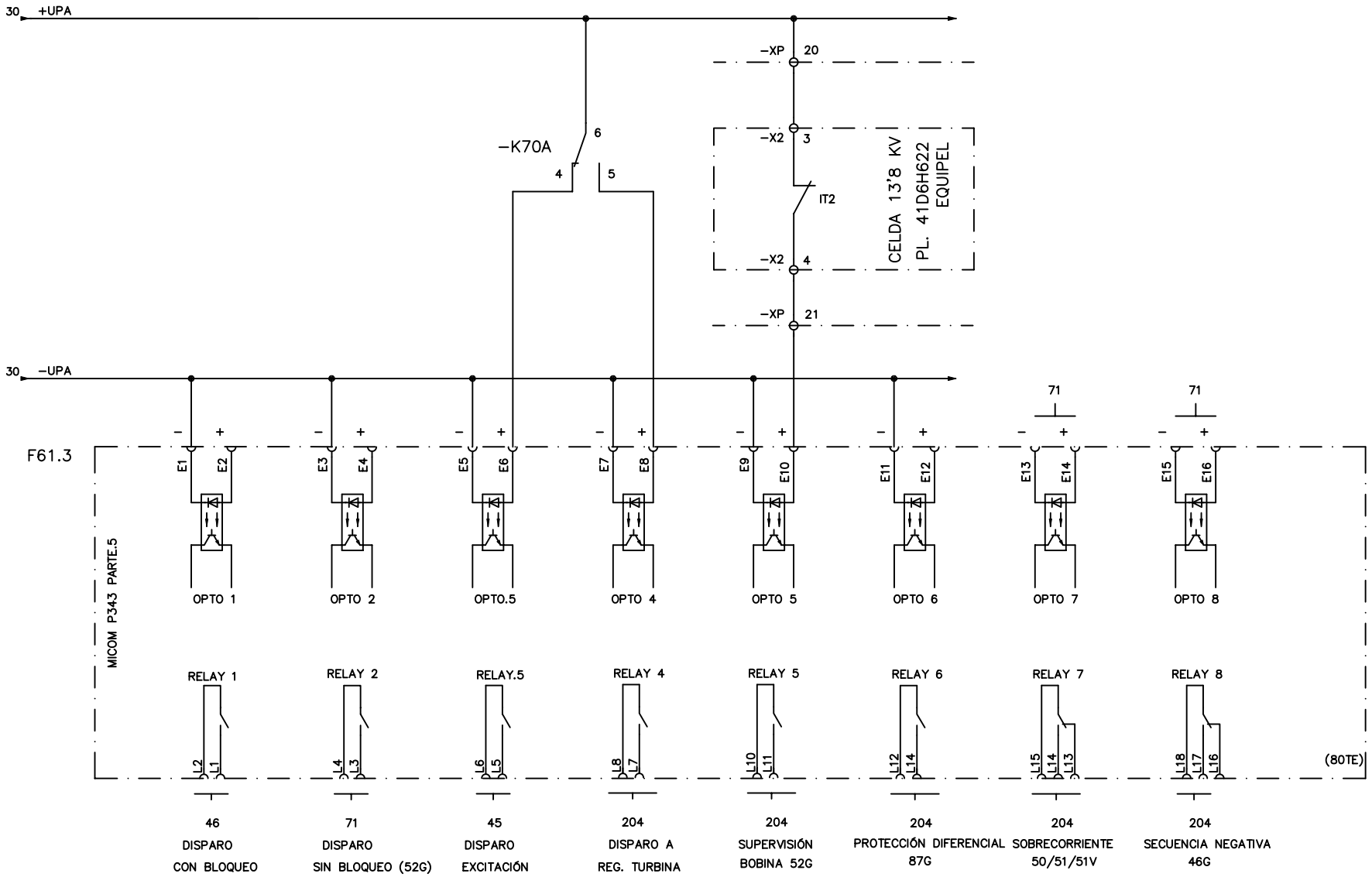
Proced. | Sust. a | Sust. por

PROTECCIÓN DE GENERADOR
PARTE 2

OCA01GTASD001

HOJA 062 | SIGUE 063

			INTERRUPTOR DE GRUPO ABIERTO	INTERRUPTOR DE GRUPO CERRADO	MAGNETOTÉRMICO TT CELDAS 13,8 KV ABIERTO/DISPARADO	RESERVA	SUPERVISIÓN DE DISPARO DE BOBINA BD1 INTERRUPTOR	SUPERVISIÓN BOBINA BD2 INTERRUPTOR



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

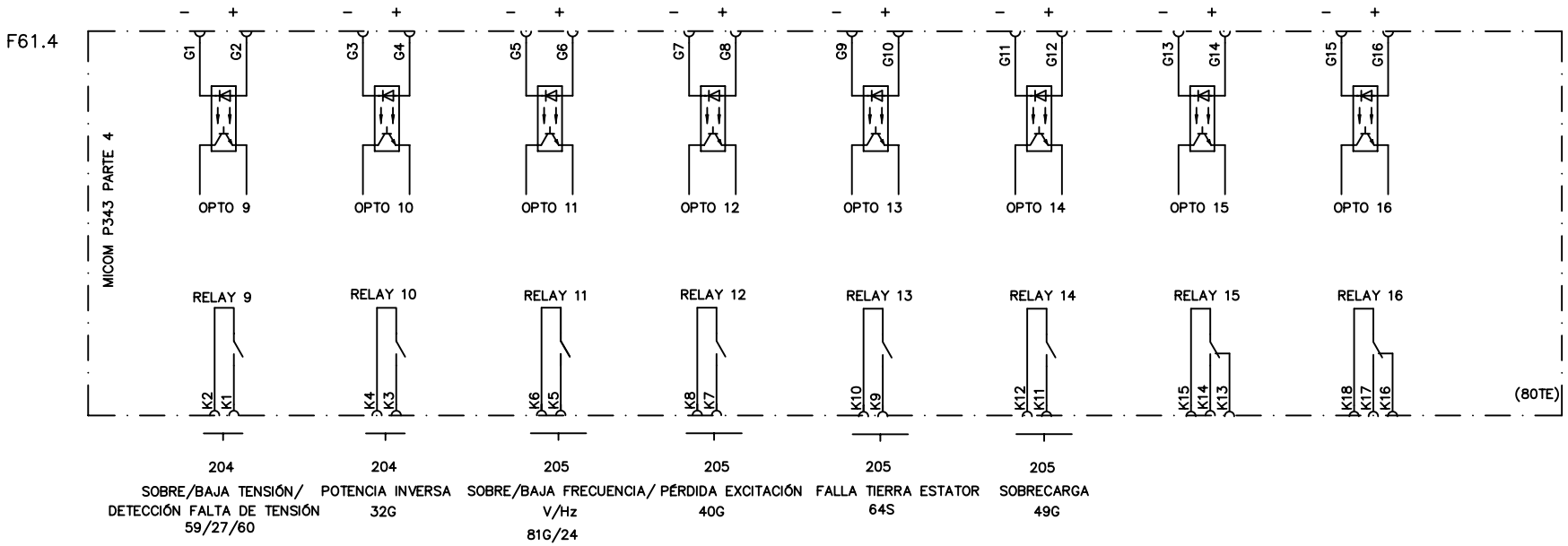
OCA

Modif.								
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
					COMPROB.	30/09/09 PGD		
		b	23/06/10		APROBADO	N/A		
		a	30/01/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

ENTRADAS SALIDAS DIGITALES AL RELE MULTIFUNCION P343

OCA01GTASD001 | HOJA 063 | SIGUE 064

RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.				
						PREPARADO	30/09/09 GFM
						COMPROB.	30/09/09 PGD
						APROBADO	N/A
			a	30/01/10		VISADO	N/A

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

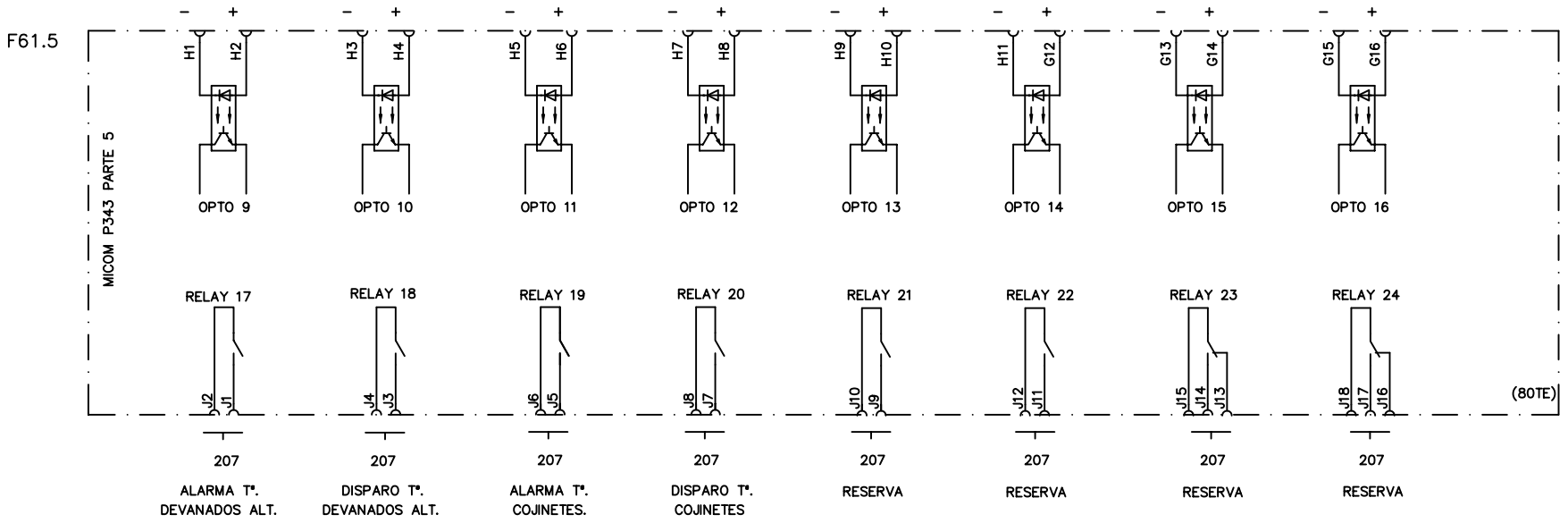
Proced. | Sust. a | Sust. por

ENTRADAS SALIDAS DIGITALES AL RELE MULTIFUNCION P343

OCA01GTASD001

HOJA 064 | SIGUE 065

RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA

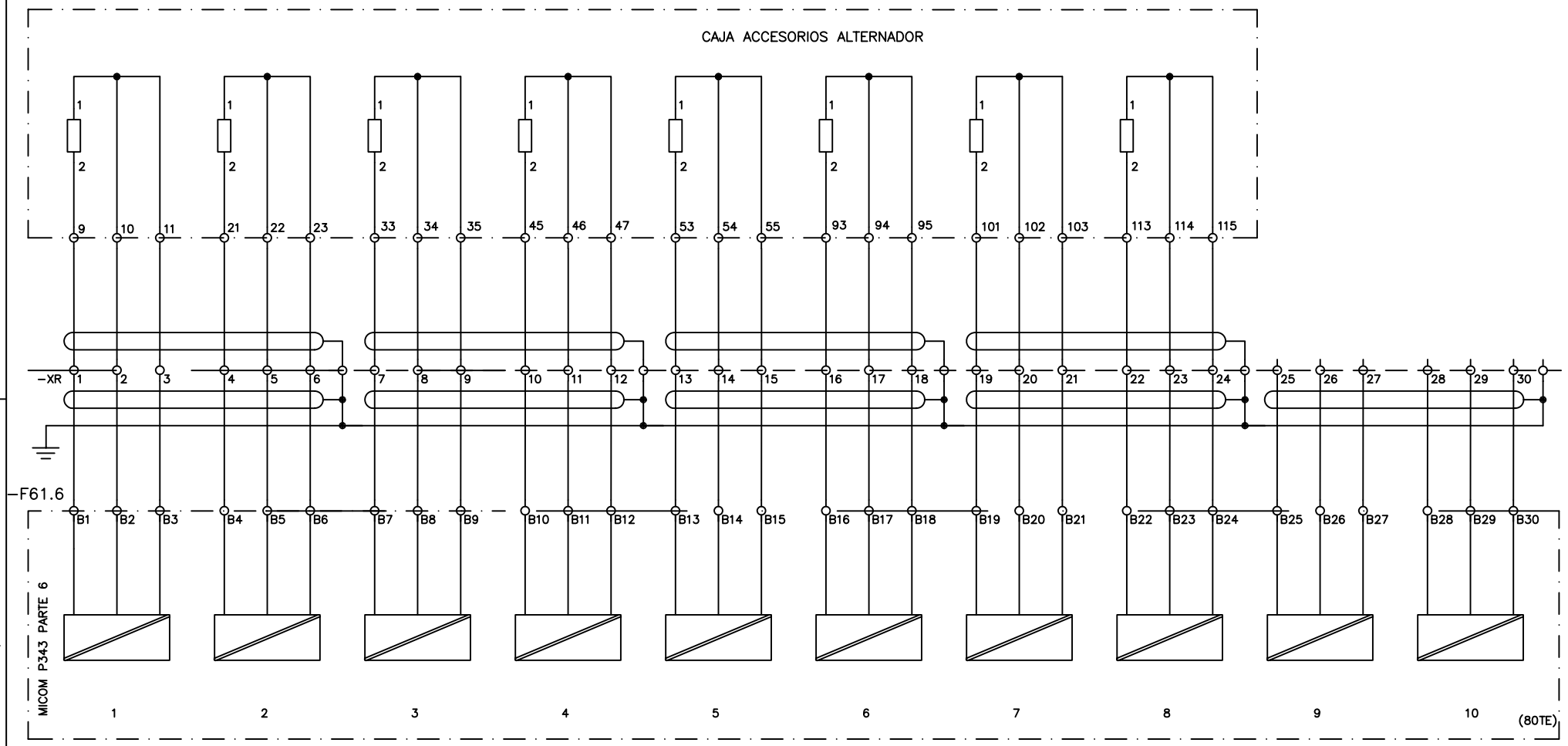


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.		PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	ENTRADAS SALIDAS DIGITALES AL RELE MULTIFUNCION P343
				COMPROB.	30/09/09 PGD				
				APROBADO	N/A				
		a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 | HOJA 065 | SIGUE 066



1– Tª DEVANADOS FASE U
2– Tª DEVANADOS FASE V
3– Tª DEVANADOS FASE W
4– Tª AIRE CALIENTE
5– Tª AIRE FRIO
6– Tª METAL PIVOTE COJINETE SUPERIOR
7– Tª METAL GUIA COJINETE SUPERIOR
8– Tª METAL GUIA COJINETE INFERIOR
9– RESERVA
10– RESERVA

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
	c	12/11/10			COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	21/09/10			APROBADO	N/A	
	a	30/01/10			VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

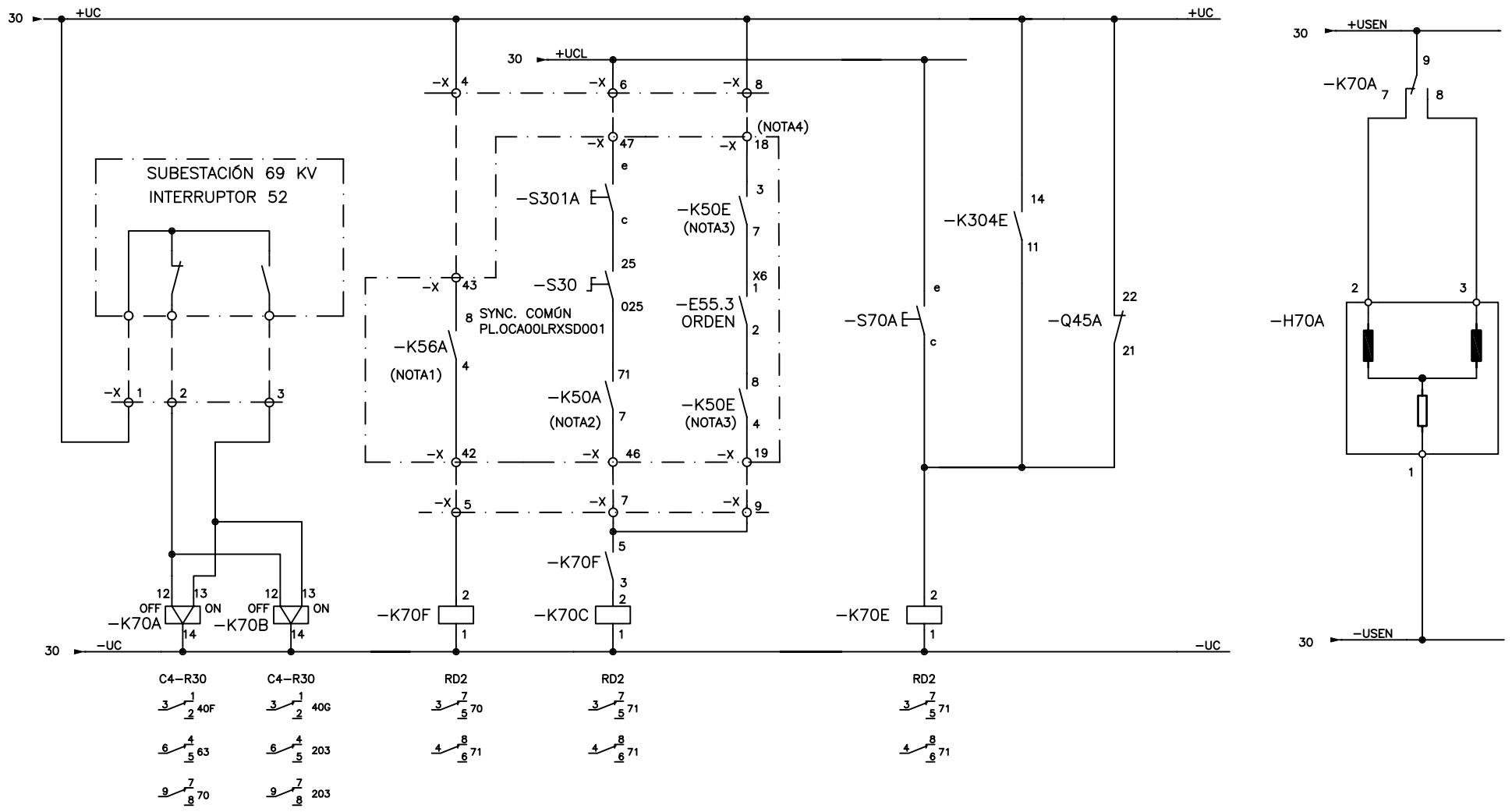
Proced. | Sust. a | Sust. por

ENTRADAS SALIDAS DIGITALES AL RELE MULTIFUNCION P343

OCA01GTASD001

HOJA 066 | SIGUE 070

RELE AUXILIAR		PERMISIVO	ÓRDENES			SEMÁFORO	
ABIERTO	CERRADO	CIERRE	CERRAR	ABRIR		ABIERTO	CERRADO

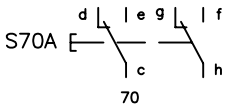


NOTA1: PARA GRUPO 2 CONTACTOS DEL K56A 6,10
PARA GRUPO 2 BORNAS X 44,45

NOTA2: PARA GRUPO 2 CONTACTOS DEL S30B 26,026
PARA GRUPO 2 CONTACTOS DEL S301A F,H
PARA GRUPO 2 BORNAS X 48,49
PARA GRUPO 2 RELÉ K50C

NOTA3: PARA GRUPO 2 RELÉ K50F

NOTA4: PARA GRUPO 2 BORNAS X 20, 21



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM		
				COMPROB.	30/09/09 PGD		
		b	23/06/10	APROBADO	N/A		
		a	30/01/10	VISADO	N/A		

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

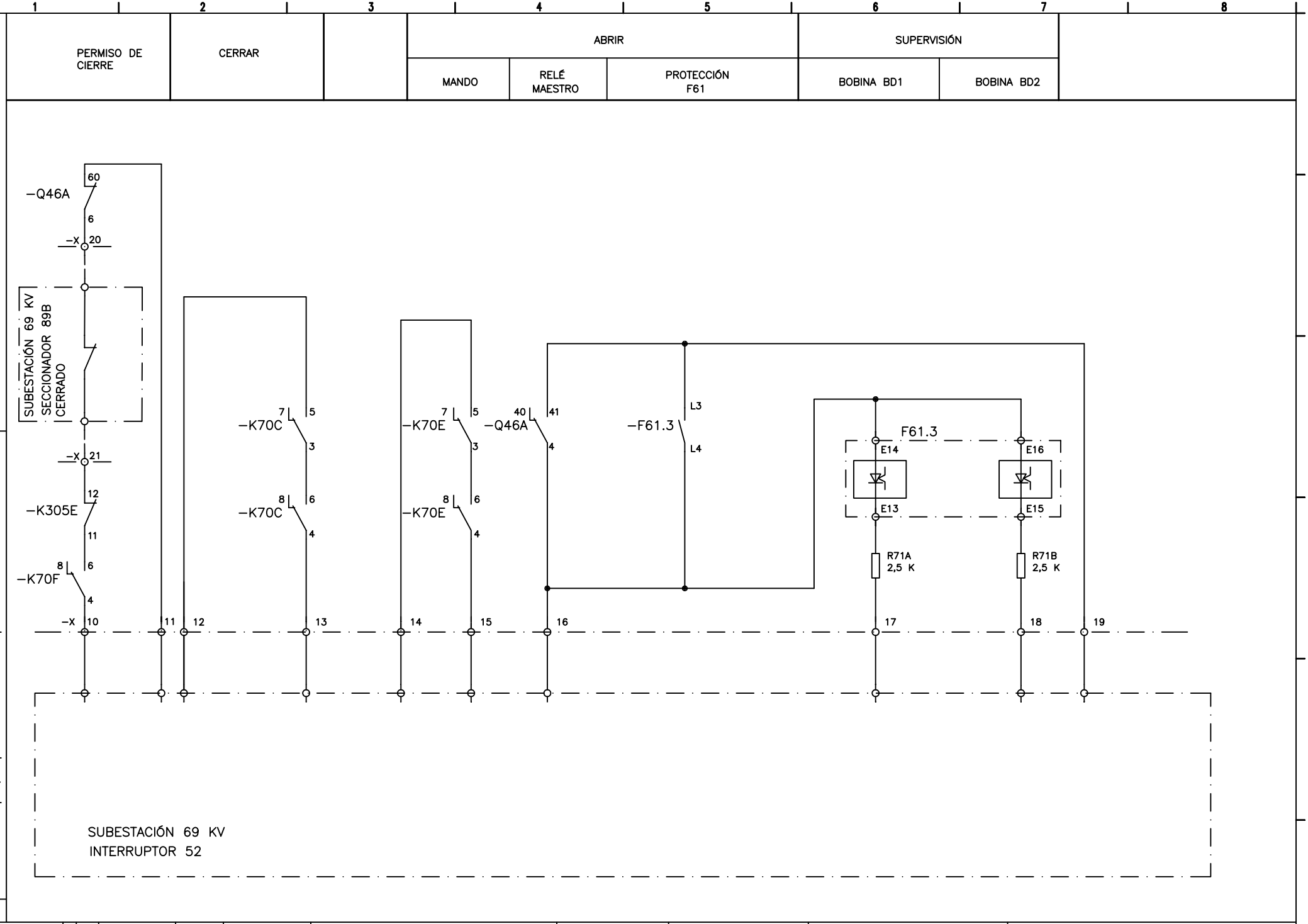
ALSTOM

Proced. | Sust. a | Sust. por

INTERRUPTOR DE GRUPO 52G

OCA01GTASD001

HOJA 070 | SIGUE 071

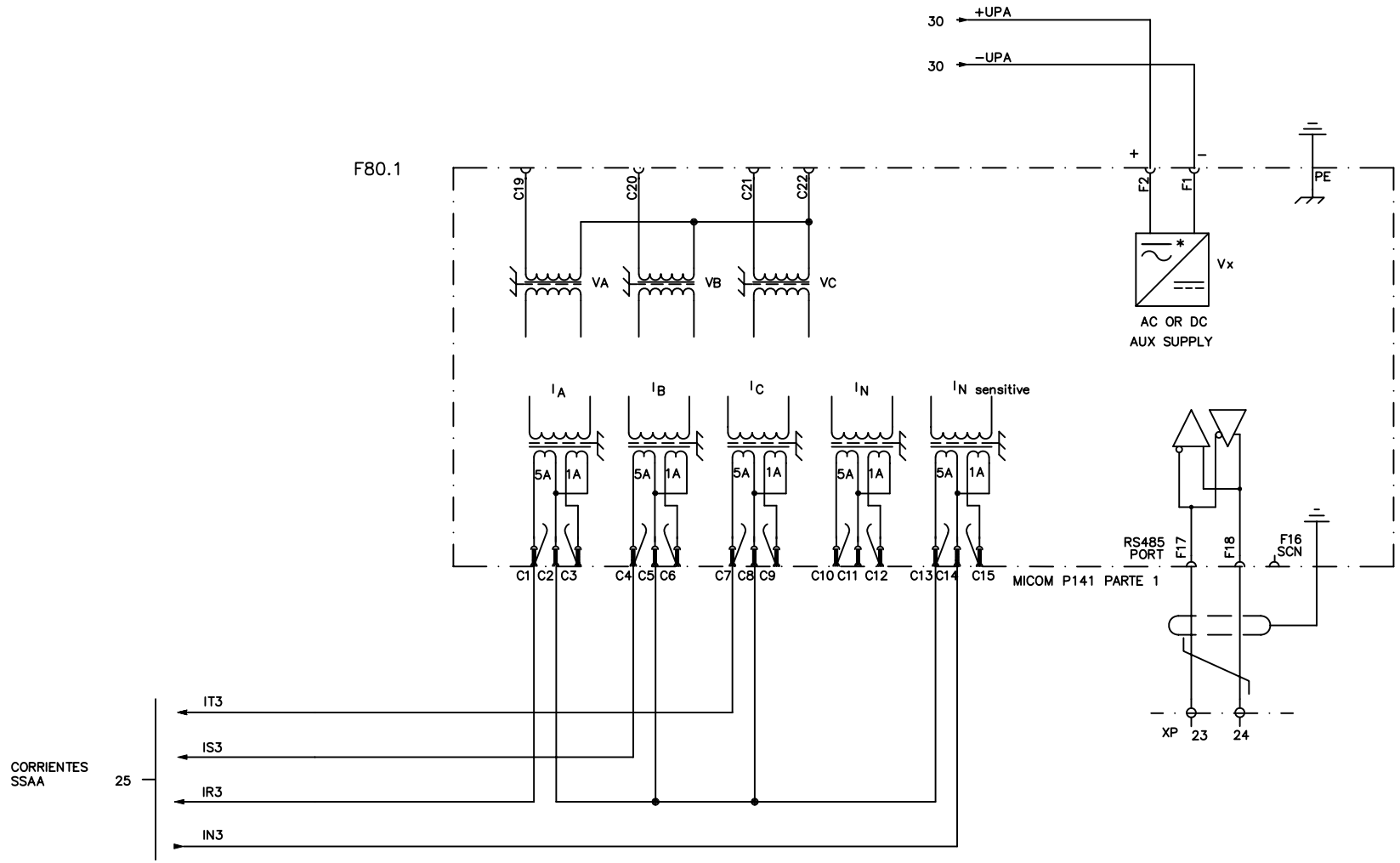


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.											
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	INTERRUPTOR DE GRUPO 52G	
					COMPROB.	30/09/09 PGD					
			b	23/06/10	APROBADO	N/A					
			a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por		

OCA01GTASD001 | HOJA 071 | SIGUE 080



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
c	12/11/10				COMPROB.	30/09/09	PGD
b	23/06/10				APROBADO	N/A	
a	30/01/10				VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

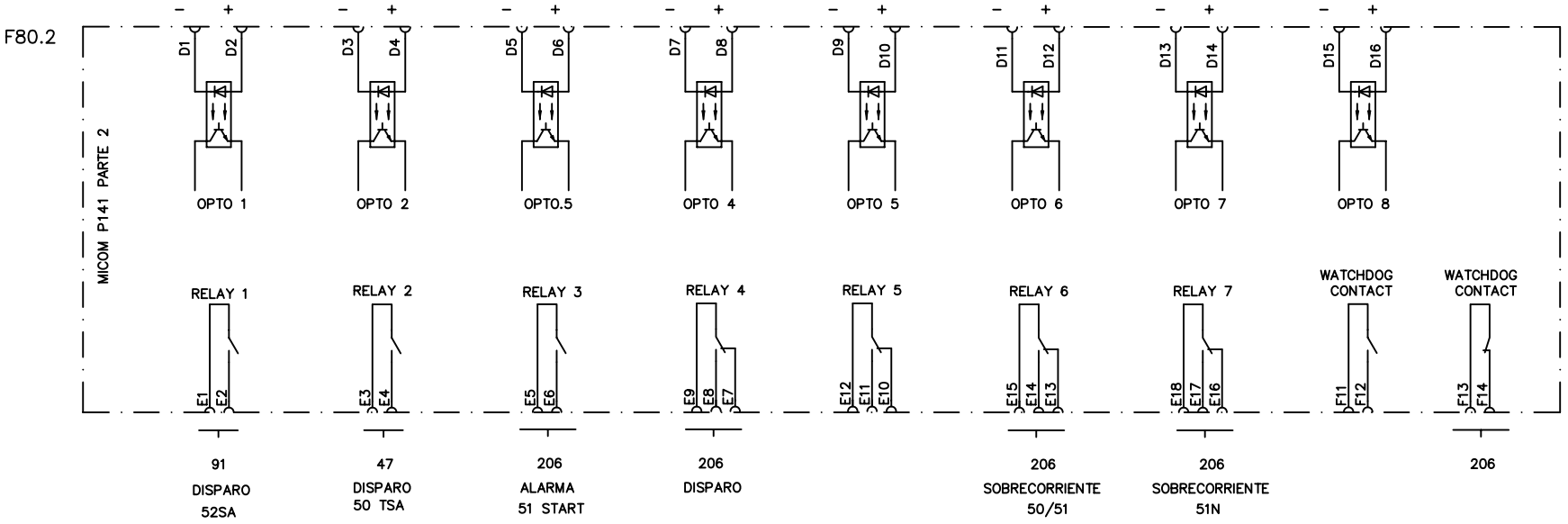
Proced. | Sust. a | Sust. por

PROTECCIÓN SSAA

OCA01GTASD001

HOJA 080 | SIGUE 081

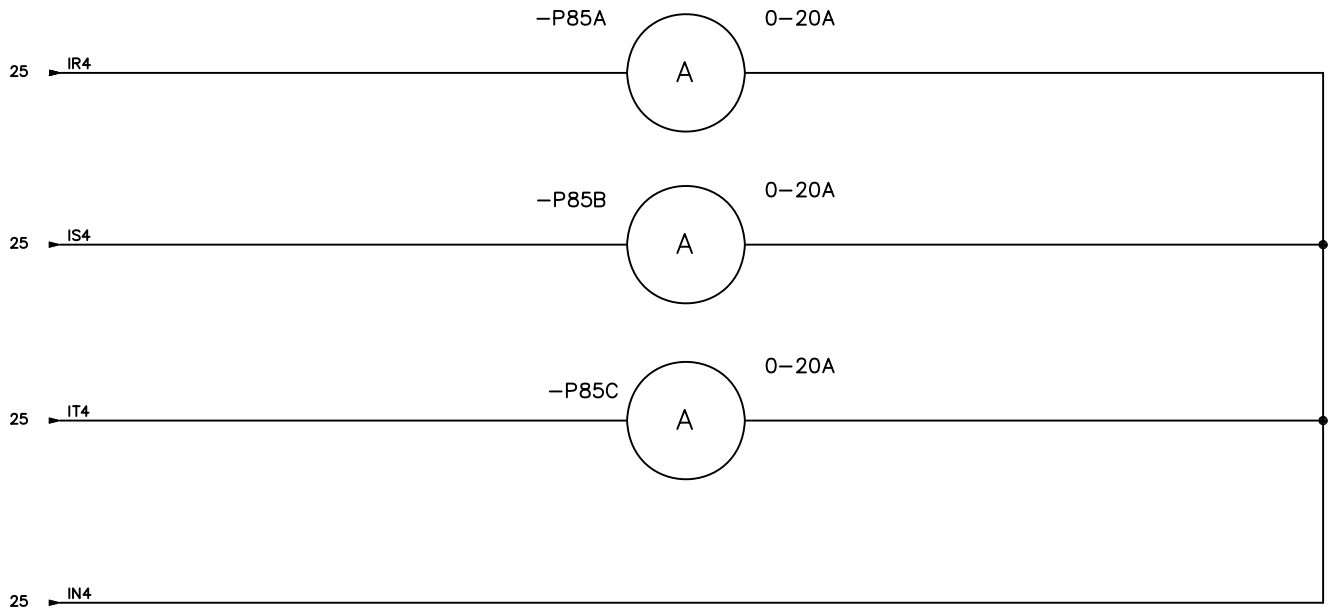
RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.											
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	PROTECCIÓN SSAA	
			c	12/11/10	COMPROB.	30/09/09 PGD					
			b	23/06/10	APROBADO	N/A					
			a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por		OCA01GTASD001 HOJA 081 SIGUE 085



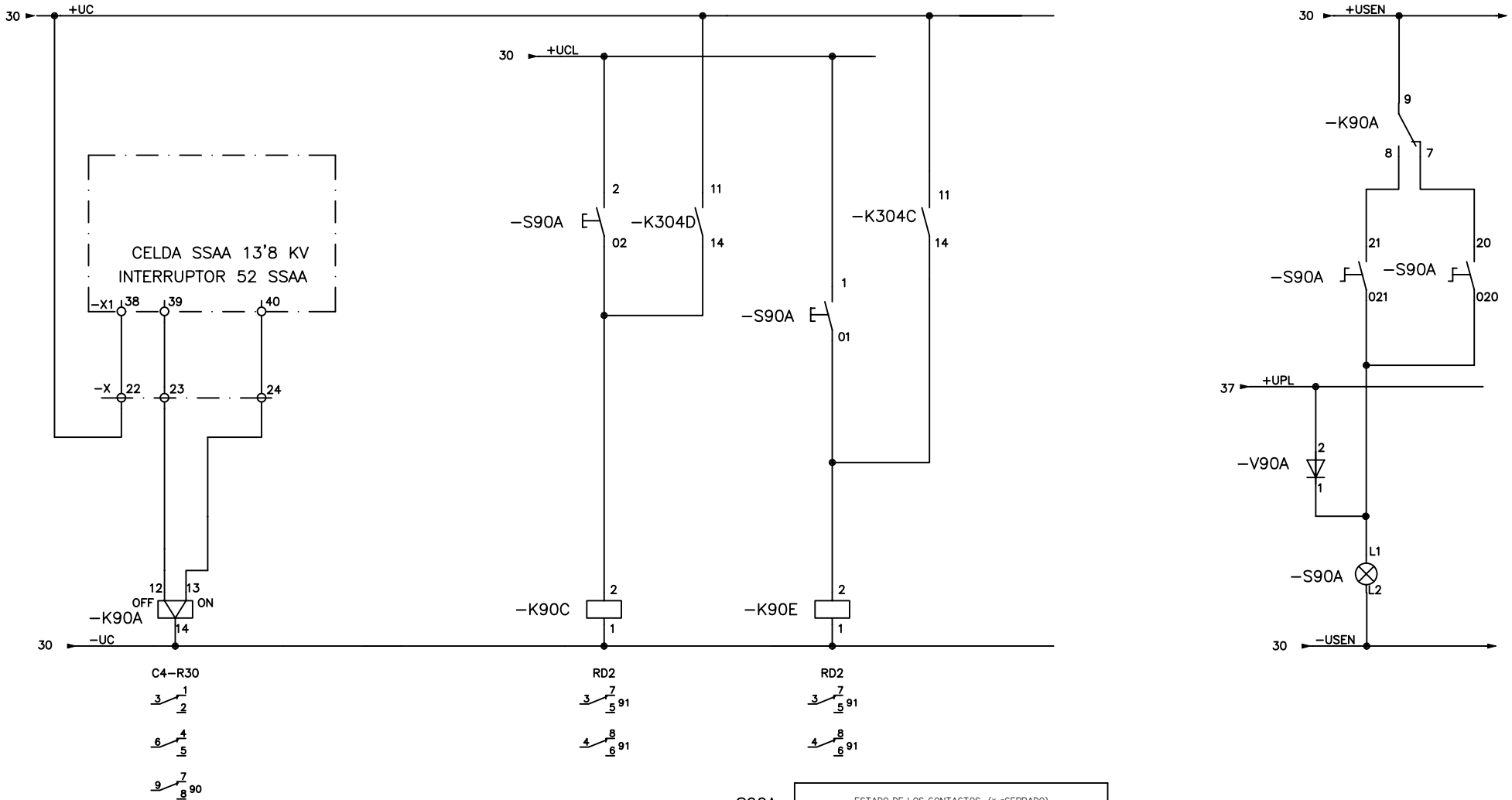
"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	AMPERÍMETRO SSAA
						COMPROB.	30/09/09 PGD				
						APROBADO	N/A				
				a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por	

OCA01GTASD001 | HOJA 085 | SIGUE 090

RELE AUXILIAR		ORDENES		LÁMPARA LOCAL	
ABIERTO	CERRADO	CERRAR	ABRIR	CERRADO	ABIERTO



-S90A

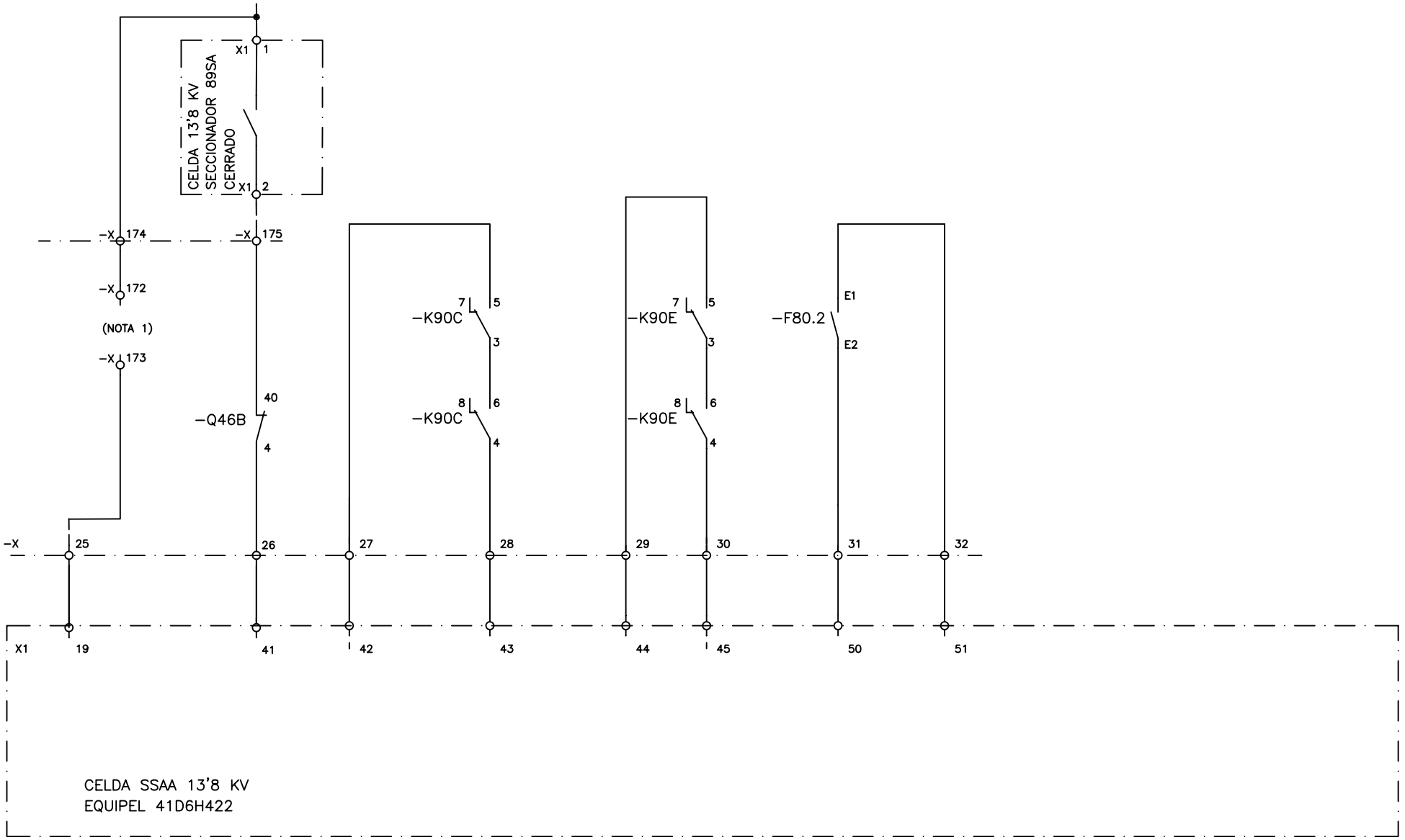
ESTADO DE LOS CONTACTOS (x =CERRADO)							
POS N°	GIRO 90º	20 020	21 021	EMPUJE	1 01	2 02	L1 L2
		x				x	
			x		x		
		90	90		90	90	90

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
				PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM	MANDO 52 SSAA
				COMPROB.	30/09/09 PGD			
	b	23/06/10		APROBADO	N/A			OCA01GTASD001 HOJA 090 SIGUE 091
	a	30/01/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por	

PERMISO DE CIERRE	CERRAR	ABRIR	
		MANDO	PROTECCIÓN/DISPARO F80



NOTA 1: SI NO SE REQUIERE NINGÚN ENCLAVAMIENTO HACER UN PUENTE X-172 CON X-173

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			Modif.					
						PREPARADO	30/09/09 GFM	
						COMPROB.	30/09/09 PGD	
						APROBADO	N/A	
			a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a | Sust. por

PROINELCA POWER

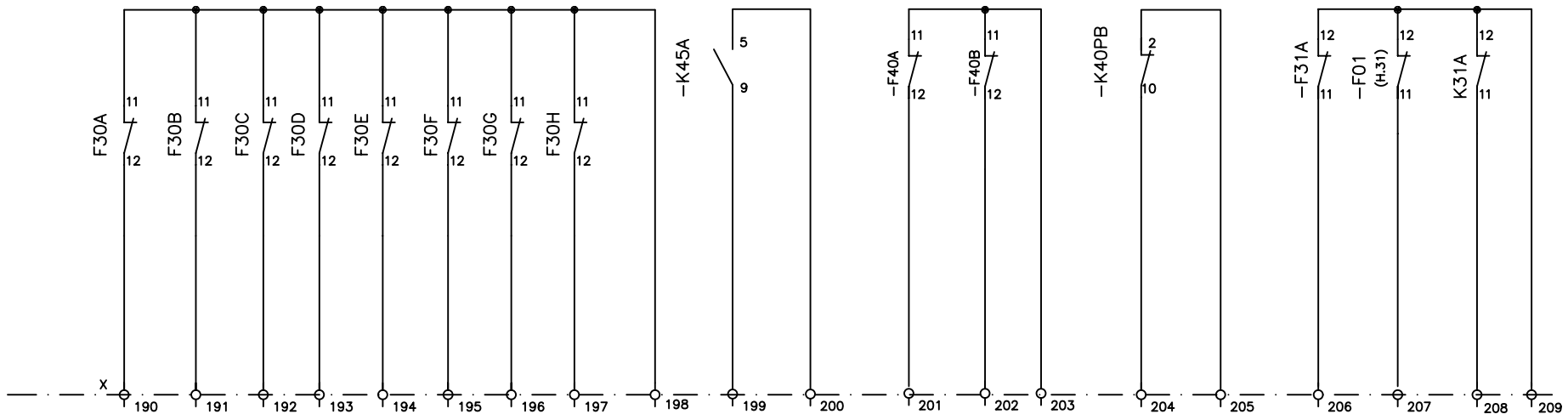
ALSTOM

INTERRUPTOR 52 SSAA

OCA01GTASD001

HOJA 091 | SIGUE 202

APERTURA INTERRUPTOR AUTOM. CONTROL	INTERRUPTOR CAMPO CERRADO	APERTURA INTERRUPTOR AUTOM. EXCITACIÓN	WATCH DOG REG. TENSIÓN	FALTA TENSIÓN 24 Vcc



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER
c	21/09/10		COMPROB.	30/09/09 PGD		
b	23/06/10		APROBADO	N/A		
a	30/01/10		VISADO	N/A	Proced.	Sust. a

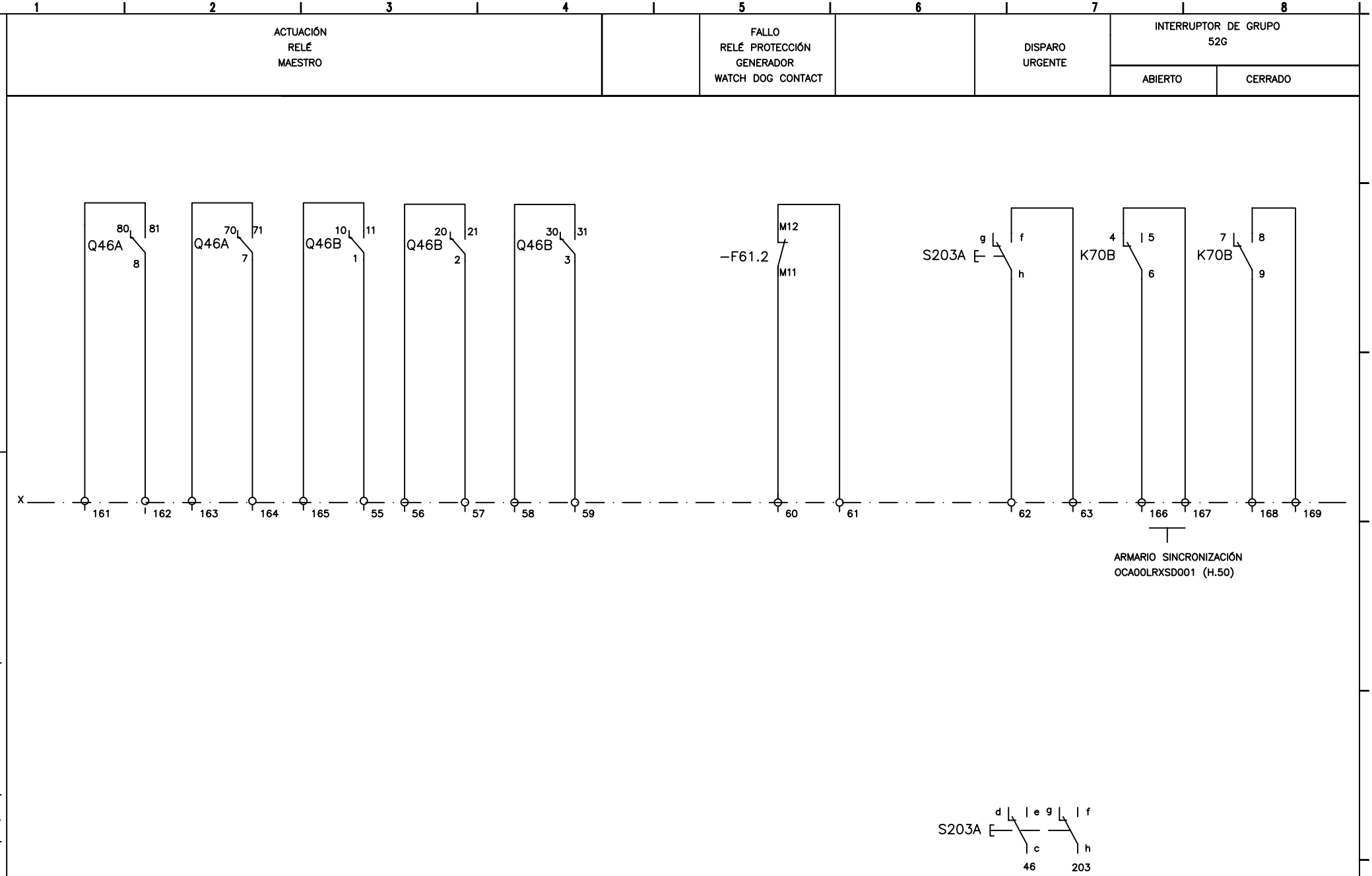
ALSTOM

Sust. por

SALIDAS DIGITALES SD

OCA01GTASD001

HOJA 202 SIGUE 203



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

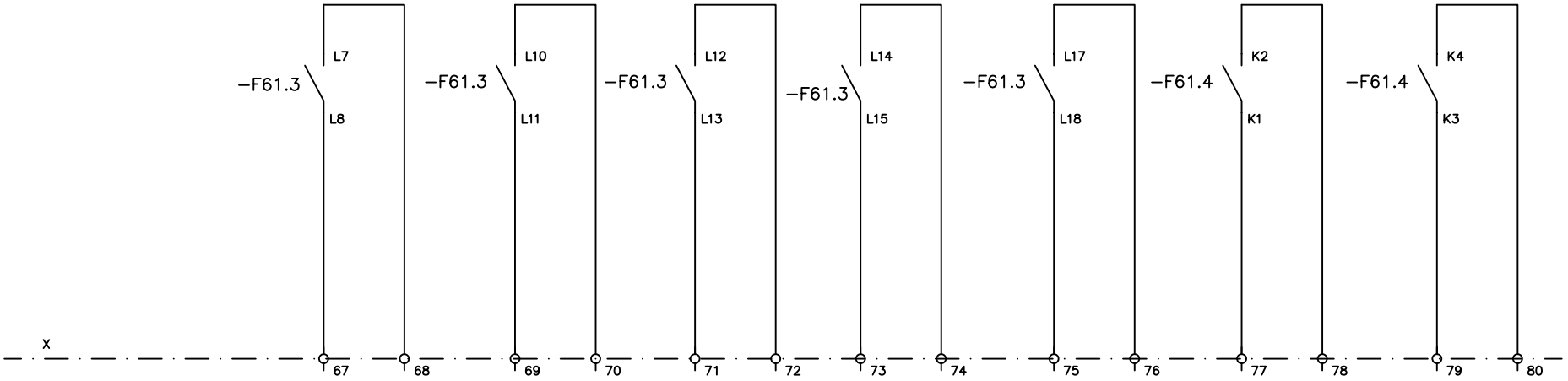
OCA

Modif.								
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER / ALSTOM
					COMPROB.	30/09/09 PGD		
		b	23/06/10		APROBADO	N/A		
		a	30/01/10		VISADO	N/A	Proced. / Sust. a	Sust. por

SALIDAS DIGITALES SD

OCA01GTASD001 | HOJA 203 | SIGUE 204

DISPARO A REG. TURBINA	SUPERVISIÓN BOBINA 52G DETECCIÓN FALTA TENSIÓN 60	PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87G	SOBRECORRIENTE 50/51/51V	SECUENCIA NEGATIVA 46G	SOBRE/BAJA TENSIÓN/ DETECCIÓN FALTA TENSIÓN 59/27	POTENCIA INVERSA 32G



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	23/06/10		APROBADO	N/A	
	a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. | Sust. a

PROINELCA POWER

ALSTOM

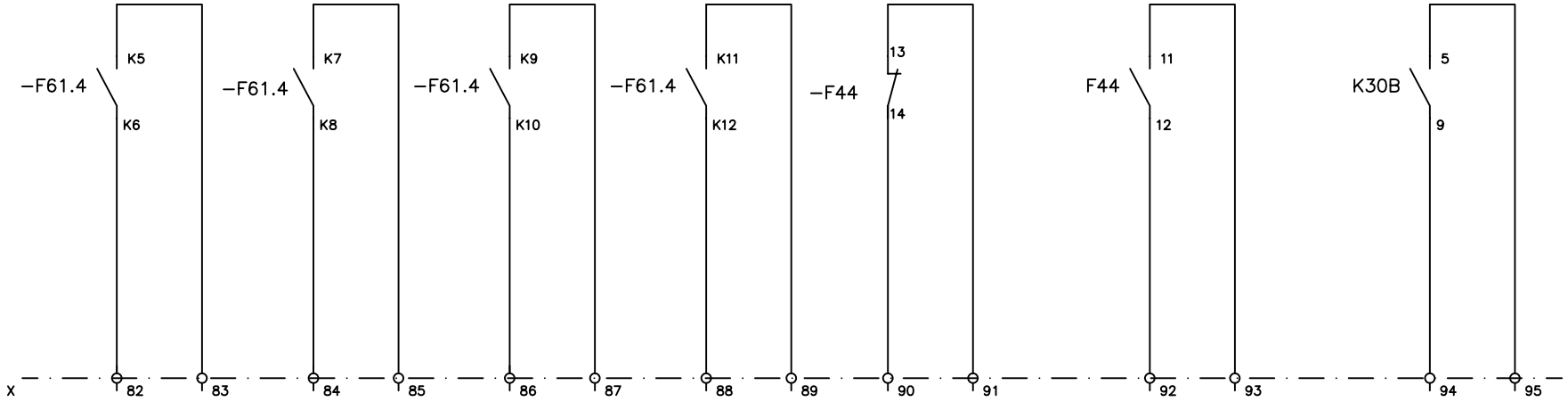
Sust. por

SALIDAS DIGITALES SD

OCA01GTASD001

HOJA 204 | SIGUE 205

SOBRE/BAJA FRECUENCIA V/Hz 81G/ V/Hz	PÉRDIDA EXCITACIÓN 40G	FALLA TIERRA ESTATOR 64S	SOBRECARGA TÉRMICA 49G	ANOMALÍA RELÉ TIERRA ROTOR	ACTUACIÓN RELÉ TIERRA ROTOR 64F	EXISTE TENSIÓN AUX. 125 Vcc EN PROT. Y EXCT.



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.						
				PREPARADO	30/09/09	GFM
				COMPROB.	30/09/09	PGD
	b	23/06/10		APROBADO	N/A	
	a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

Proced. Sust. a

PROINELCA POWER

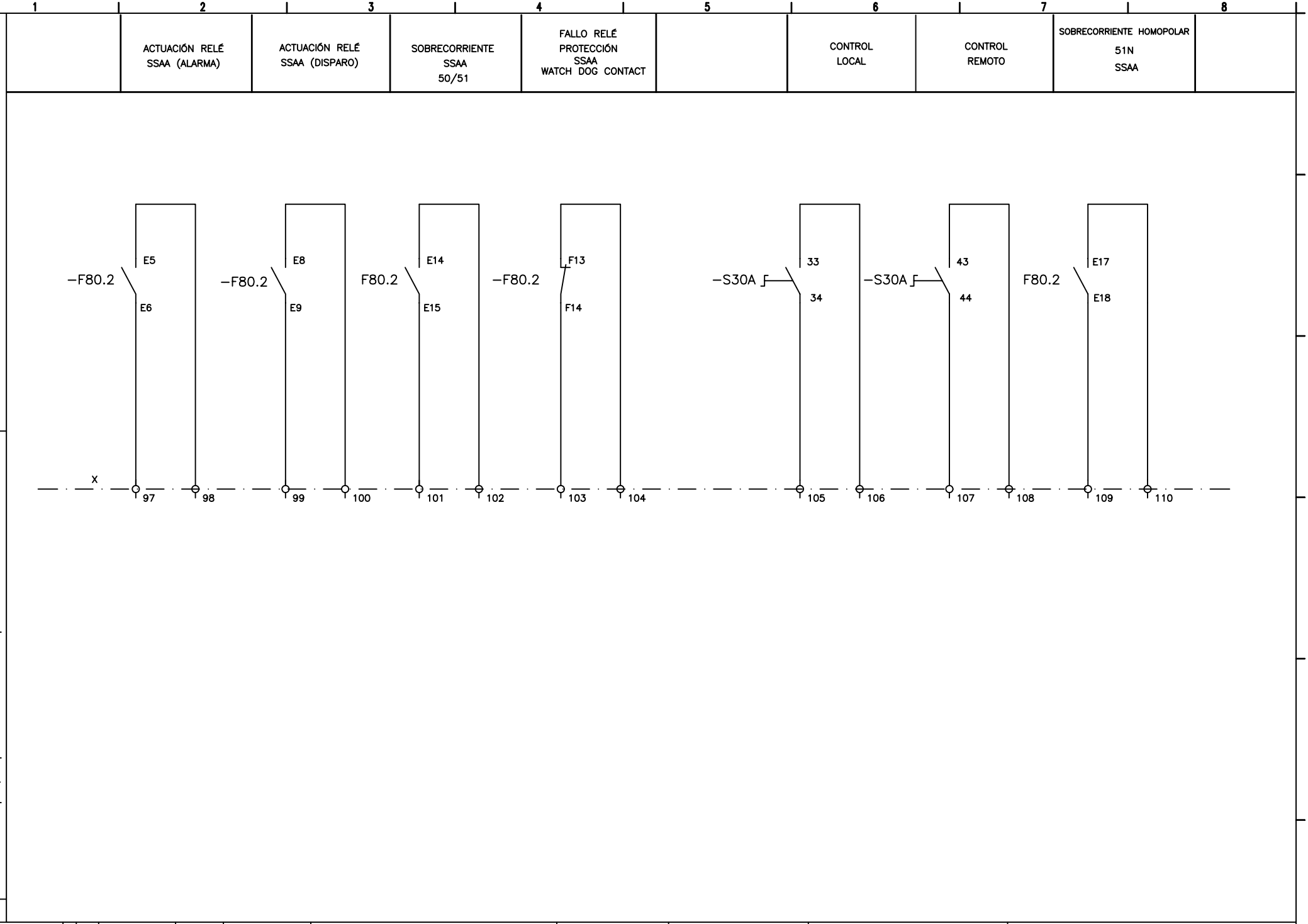
ALSTOM

Sust. por

SALIDAS DIGITALES SD

OCA01GTASD001

HOJA 205 SIGUE 206



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

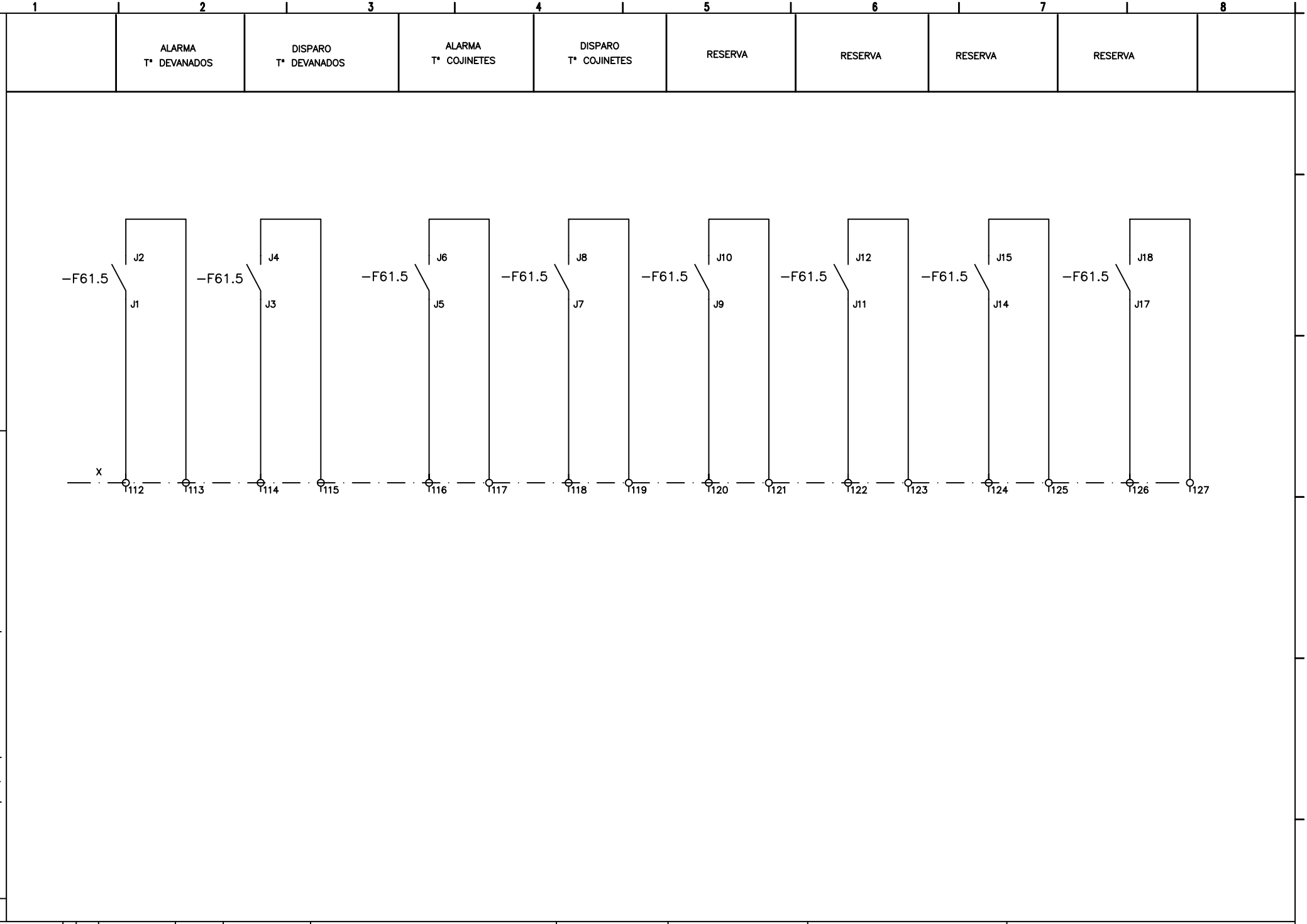
Modif.						
			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER
	c	12/11/10	COMPROB.	30/09/09 PGD		ALSTOM
	b	23/06/10	APROBADO	N/A		
	a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a

Sust. por

SALIDAS DIGITALES SD

OCA01GTASD001

HOJA 206 SIGUE 207

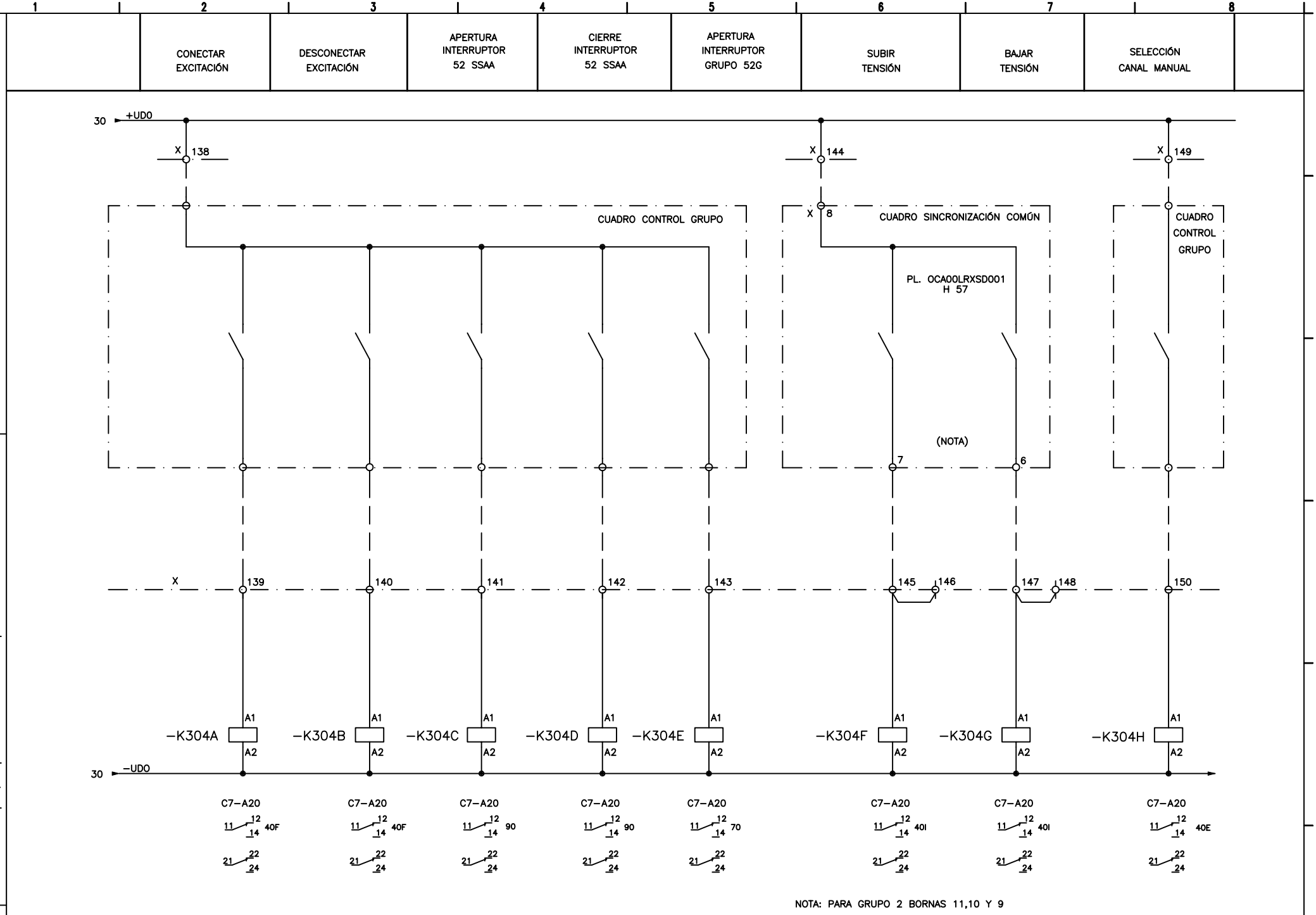


"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.											
					PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	SALIDAS DIGITALES SD	
					COMPROB.	30/09/09 PGD					
			b	23/06/10	APROBADO	N/A					
			a	30/01/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por		

OCA01GTASD001 | HOJA 207 | SIGUE 304



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09	GFM
					COMPROB.	30/09/09	PGD
		b	23/06/10		APROBADO	N/A	
		a	30/01/10		VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

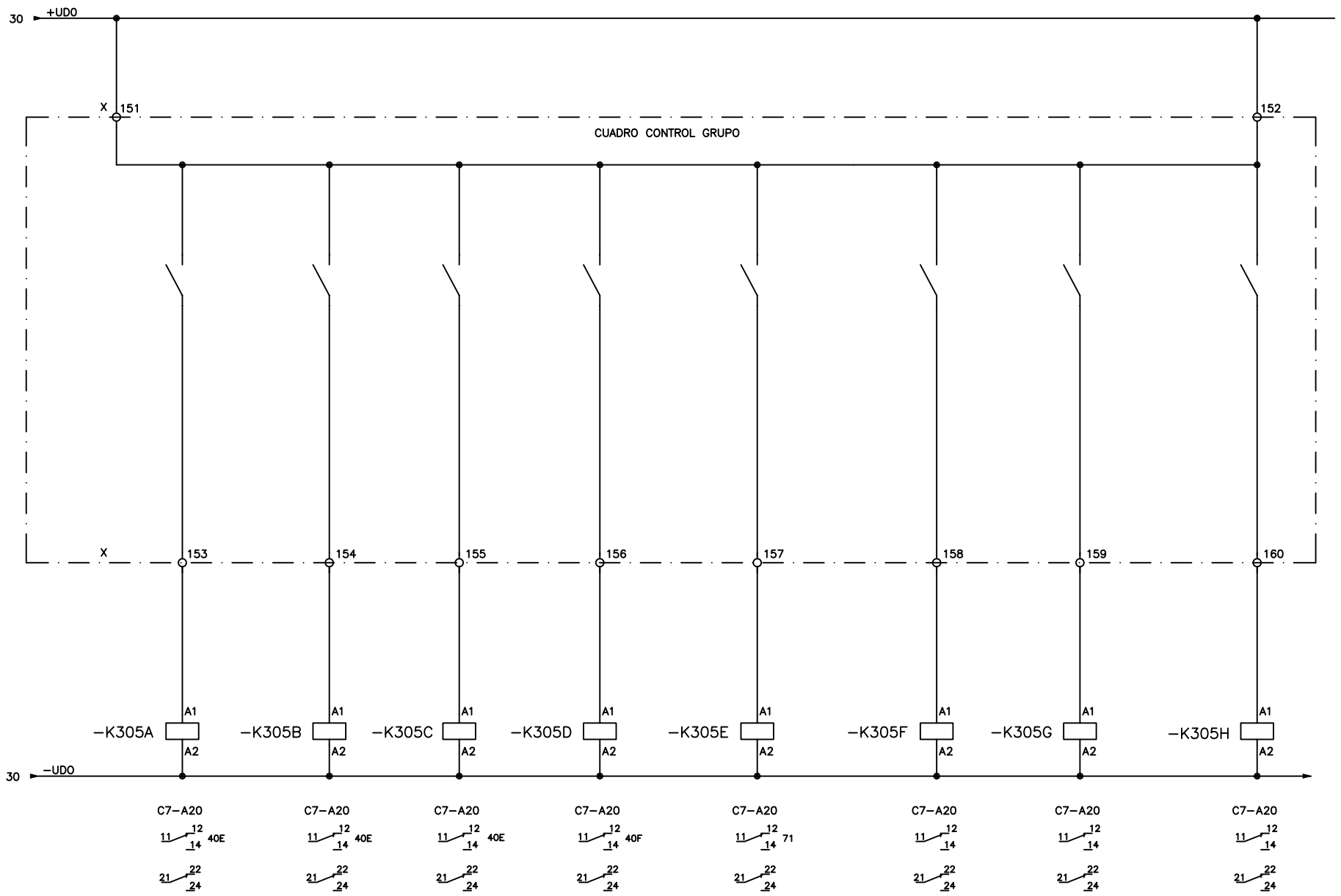
Proced. | Sust. a | Sust. por

ENTRADAS DIGITALES ED

OCA01GTASD001

HOJA 304 | SIGUE 305

SELECCIÓN CANAL AUTO EXCITACIÓN	SELECCIÓN REG. POTENCIA REACTIVA	SELECCIÓN REG. COS phi	HABILITAR CONSIGNA ANALÓGICA REG. TENSIÓN	BAJA PRESIÓN INTERRUPTOR GRUPO	RESERVA	RESERVA	RESERVA



"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.							
					PREPARADO	30/09/09 GFM	
					COMPROB.	30/09/09 PGD	
			b	23/06/10	APROBADO	N/A	
			a	30/01/10	VISADO	N/A	

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

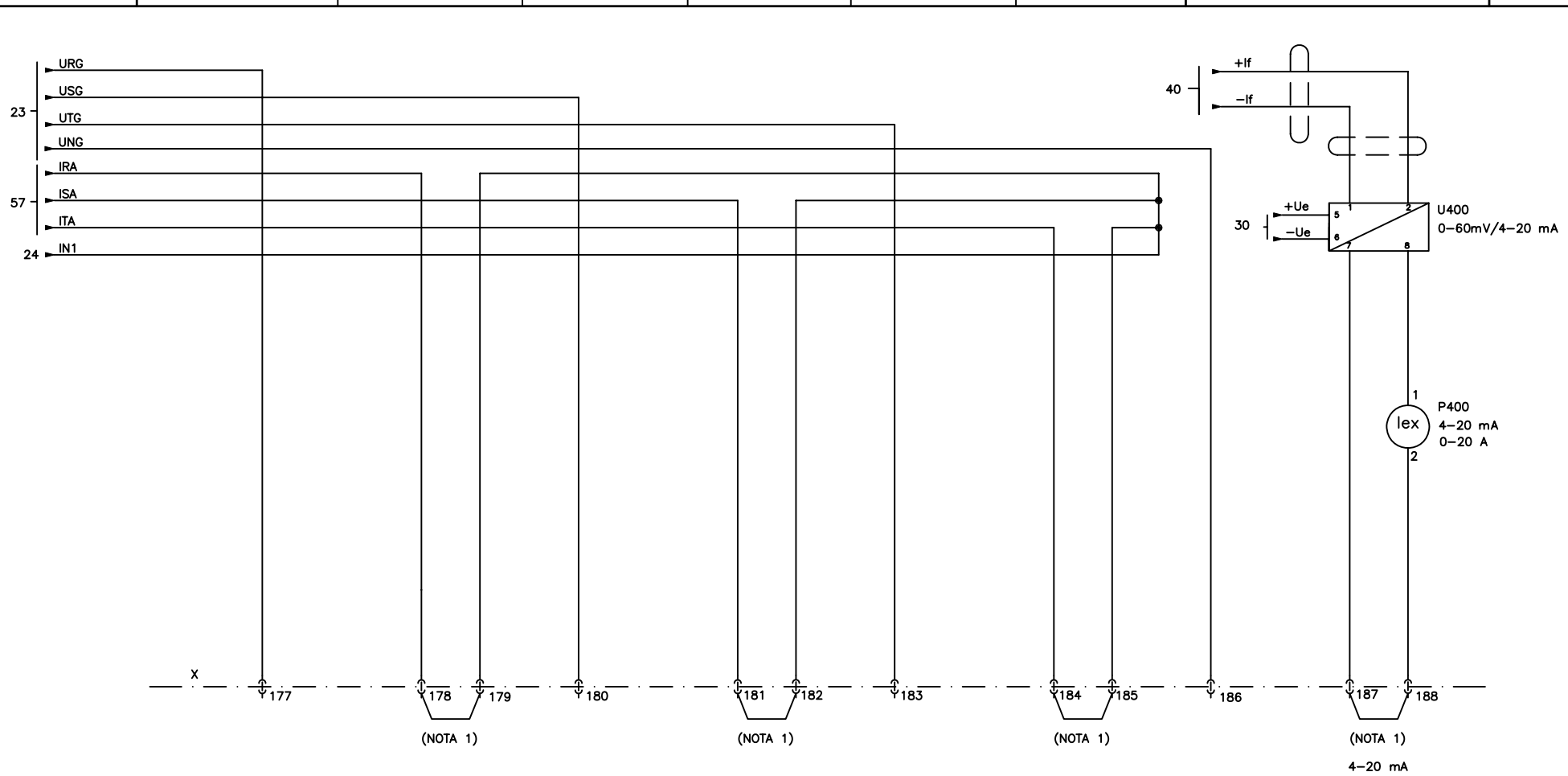
Proced. | Sust. a | Sust. por

ENTRADAS DIGITALES ED

OCA01GTASD001

HOJA 305 | SIGUE 400

TENSIONES E INTENSIDADES DE GENERADOR						INTENSIDAD DE EXCITACIÓN
URG	IR1	USG	IS1	UTG	IT1	



NOTA 1: PUENTES A RETIRAR EN OBRA DURANTE LA PUESTA EN SERVICIO EN CASO DE CONECTAR ALGO A ESAS BORNAS

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circuntancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.		Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM	C.H. OCAÑA	PROINELCA POWER	ALSTOM	ENTRADAS ANALÓGICAS MEDIDAS ELÉCTRICAS	OCA01GTASD001	HOJA 400	SIGUE 600
					COMPROB.	30/09/09 PGD							
					APROBADO	N/A							
			a	23/06/10	VISADO	N/A	Proced.	Sust. a	Sust. por				

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
XI1		
1	O	22
2	O	22
3	O	22
4	O	
5	O	
XI2		
1	O	22
2	O	22
3	O	22
4	O	22
5	O	
XI3		
1	O	24
2	O	24
3	O	24
4	O	24
5	O	
XI4		
1	O	25
2	O	25
3	O	25
4	O	25
5	O	
XI5		
1	O	25
2	O	25
3	O	25
4	O	25
5	O	
XI6		
1	O	25
2	O	25
3	O	25
4	O	25

Modif.		
a	30/01/10	VISADO N/A
b	23/06/10	APROBADO N/A
		COMPROB. 30/09/09 PGD
		PREPARADO 30/09/09 GFM

Proced. | Sust. a | Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS XI1, XI2, XI3, XI4, XI5, XI6

OCA01GTASD001

HOJA 600 | SIGUE 601

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
XU		
1	O	21
2	O	21
3	O	
4	O	
5	O	
XU1		
1	O	23
2	O	23
3	O	23
4	O	23
5	O	
XU2		
1	O	23
2	O	23
3	O	23
4	O	23
5	O	

Modif.			
a	30/01/10	VISADO	N/A
b	23/06/10	APROBADO	N/A
		COMPROB.	30/09/09 PGD
		PREPARADO	30/09/09 GFM

Proced.

Sust. a

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

Sust. por

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS
XU, XU1, XU2

OCA01GTASD001

HOJA 601

SIGUE 602

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
XO		
1	O	35
2	O	35
3	O	35
4	O	35
5	O	
XC		
1	O	30
2	O	30
3	O	30
4	O	30
5	O	30
6	O	30
XS		
1	O	23
2	O	23
3	O	23
4	O	

Modif.			
a	30/01/10	VISADO	N/A
b	23/06/10	APROBADO	N/A
		COMPROB.	30/09/09 PGD
		PREPARADO	30/09/09 GFM

Proced.

Sust. a

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

Sust. por

REGLETERO DE BORNAS
XO, XS

OCA01GTASD001

HOJA 602

SIGUE 603

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
XP		
1	O	46
2	O	46
3	O	46
4	O	46
5	O	46
6	O	46
7	O	46
8	O	46
9	O	46
10	O	46
11	O	46
12	O	46
13	O	46
14	O	46
15	O	
16	O	
17	O	62
18	O	62
19	O	
20	O	63
21	O	63
22	O	
23	O	80
24	O	80
25	O	
XR		
1	O	66
2	O	66
3	O	66
4	O	66
5	O	66
6	O	66
7	O	66
8	O	66
9	O	66
10	O	66
11	O	66
12	O	66
13	O	66
14	O	66
15	O	66
16	O	66
17	O	66
18	O	66
19	O	66
20	O	66
21	O	66
22	O	66
23	O	66
24	O	66
25	O	66
26	O	66
27	O	66
28	O	66
29	O	66
30	O	66

Modif.			
a	30/01/10	VISADO	N/A
b	23/06/10	APROBADO	N/A
		COMPROB.	30/09/09 PGD
		PREPARADO	30/09/09 GFM

Proced. | Sust. a | Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS XP, XR

OCA01GTASD001

HOJA 603 | SIGUE 604

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
	XE	
1	O	23
2	O	23
3	O	23
4	O	70
5	O	40
6	O	40
7	O	40
8	O	40
9	O	40
10	O	40
11	O	40M
12	O	40M
13	O	40M
14	O	40M
15	O	40M
16	O	40M
17	O	40M
18	O	40M
19	O	40N
20	O	40N
21	O	40N
22	O	40N
23	O	40N
24	O	40N
25	O	40N
26	O	40N
27	O	40Ó
28	O	40Ó
29	O	40P
30	O	40P
31	O	40R
32	O	40R
33	O	40T
34	O	40T
35	O	40T
36	O	40T
37	O	40T
38	O	41
39	O	41
40	O	41
41	O	41A
42	O	41A
43	O	41A
44	O	41A
45	O	45
46	O	46
47	O	
48	O	
49	O	
50	O	
51	O	
52	O	
52	O	
53	O	
54	O	
55	O	40R
56	O	40R
57	O	

Modif.			
a	b	c	
30/01/10	23/06/10	21/09/10	
VISADO	APROBADO	COMPROB.	PREPARADO
N/A	N/A	30/09/09 PGD	30/09/09 GFM

Proced. | Sust. a | Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS XP, XR

OCA01GTASD001

HOJA 604 | SIGUE 605

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
	X	
1	O	70
2	O	70
3	O	70
4	O	70
5	O	70
6	O	70
7	O	70
8	O	70
9	O	70
10	O	71
11	O	71
12	O	71
13	O	71
14	O	71
15	O	71
16	O	71
17	O	71
18	O	71
19	O	71
20	O	71
21	O	71
22	O	90
23	O	90
24	O	90
25	O	91
26	O	91
27	O	91
28	O	91
29	O	91
30	O	91
31	O	91
32	O	91
33	O	57
34	O	57
35	O	57
36	O	57
37	O	
38	O	
39	O	
40	O	
41	O	
42	O	
43	O	
44	O	
45	O	
46	O	
47	O	
48	O	
49	O	
50	O	
51	O	
52	O	
52	O	
53	O	
54	O	203
55	O	203
56	O	203
57	O	203

Modif.			
a	30/01/10	VISADO	N/A
b	23/06/10	APROBADO	N/A
c	21/09/10	COMPROB.	30/09/09 PGD
		PREPARADO	30/09/09 GFM

Proced. | Sust. a | Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS X

OCA01GTASD001

HOJA 605 | SIGUE 606

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO | INTERNO

BORNA		HOJA
	X	
58	O	203
59	O	203
60	O	203
61	O	203
62	O	203
63	O	203
64	O	
65	O	
66	O	
67	O	204
68	O	204
69	O	204
70	O	204
71	O	204
72	O	204
73	O	204
74	O	204
75	O	204
76	O	204
77	O	204
78	O	204
79	O	204
80	O	204
81	O	
82	O	205
83	O	205
84	O	205
84	O	205
85	O	205
86	O	205
87	O	205
88	O	205
89	O	205
90	O	205
91	O	205
92	O	205
93	O	205
94	O	205
95	O	205
96	O	
97	O	206
98	O	206
99	O	206
100	O	206
101	O	206
102	O	206
103	O	206
104	O	206
105	O	206
106	O	206
107	O	206
108	O	206
109	O	206
110	O	206
111	O	
112	O	207
113	O	207
114	O	207

Modif.

Modif.

a 30/01/10

PREPARADO	30/09/09	GFM	
COMPROB.	30/09/09	PGD	
APROBADO	N/A		
VISADO	N/A		

Proced.

Sust. a

Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS X

OCA01GTASD001

HOJA 606

SIGUE 607

OCA "Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

REGLETA DE BORNAS

EXTERNO			INTERNO
BORNA		HOJA	
	X		
115	O	207	
116	O	207	
117	O	207	
118	O	207	
119	O	207	
120	O	207	
121	O	207	
122	O	207	
123	O	207	
124	O	207	
125	O	207	
126	O	207	
127	O	207	
128	O		
129	O		
130	O		
131	O		
132	O		
133	O		
134	O		
135	O		
136	O		
137	O		
138	O	304	
139	O	304	
140	O	304	
141	O	304	
142	O	304	
143	O	304	
144	O	304	
145	O	304	
146	O	304	
147	O	304	
148	O	304	
149	O	304	
150	O	304	
151	O	305	
152	O	305	
153	O	305	
154	O	305	
155	O	305	
156	O	305	
157	O	305	
158	O	305	
159	O	305	
160	O	305	
161	O	203	
162	O	203	
163	O	203	
164	O	203	
165	O	203	
166	O	203	
167	O	203	
168	O	203	
169	O	203	
170	O		
171	O	91	
172	O	91	

Modif.		
a	30/01/10	VISADO N/A
b	23/06/10	APROBADO N/A
		COMPROB. 30/09/09 PGD
		PREPARADO 30/09/09 GFM

Proced. | Sust. a | Sust. por

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

REGLETERO DE BORNAS X

OCA01GTASD001

HOJA 607 | SIGUE 608

REGLETA DE BORNAS

INTERNO

X

BORNA	HOJA
173	91
174	91
175	91
176	
177	400
178	400
179	400
180	400
181	400
182	400
183	400
184	400
185	400
186	400
187	400
188	400
189	
190	202
191	202
192	202
193	202
194	202
195	202
196	202
197	202
198	202
199	202
200	202
201	202
202	202
203	202
204	202
205	202
206	202
207	202
208	202
209	202

EXTERNO

"Este documento y la información en el mismo contenida es de la exclusiva propiedad de ALSTOM. Ambos tienen la consideración de reservados y/o confidenciales, dirigidos exclusivamente al destinatario, para la finalidad previamente concertada con él. En ninguna circunstancia, el destinatario podrá, divulgar, poner a disposición, ceder sus copias o reproducciones a terceros y/o utilizar este documento o su contenido en todo o en parte, sin previo consentimiento escrito para cada caso de ALSTOM.

OCA

Modif.			PREPARADO	30/09/09 GFM
			COMPROB.	30/09/09 PGD
	b	21/09/10	APROBADO	N/A
	a	30/01/10	VISADO	N/A

C.H. OCAÑA

PROINELCA POWER

ALSTOM

Proced. Sust. a Sust. por

REGLETERO DE BORNAS
X

OCA01GTASD001

HOJA	SIGUE
608	–

CONVENCIONES:

—o—o— CERRAMIENTO PROPUESTO

▬▬▬ CERRAMIENTO INCLUIDO EN LOS PREDISEÑOS

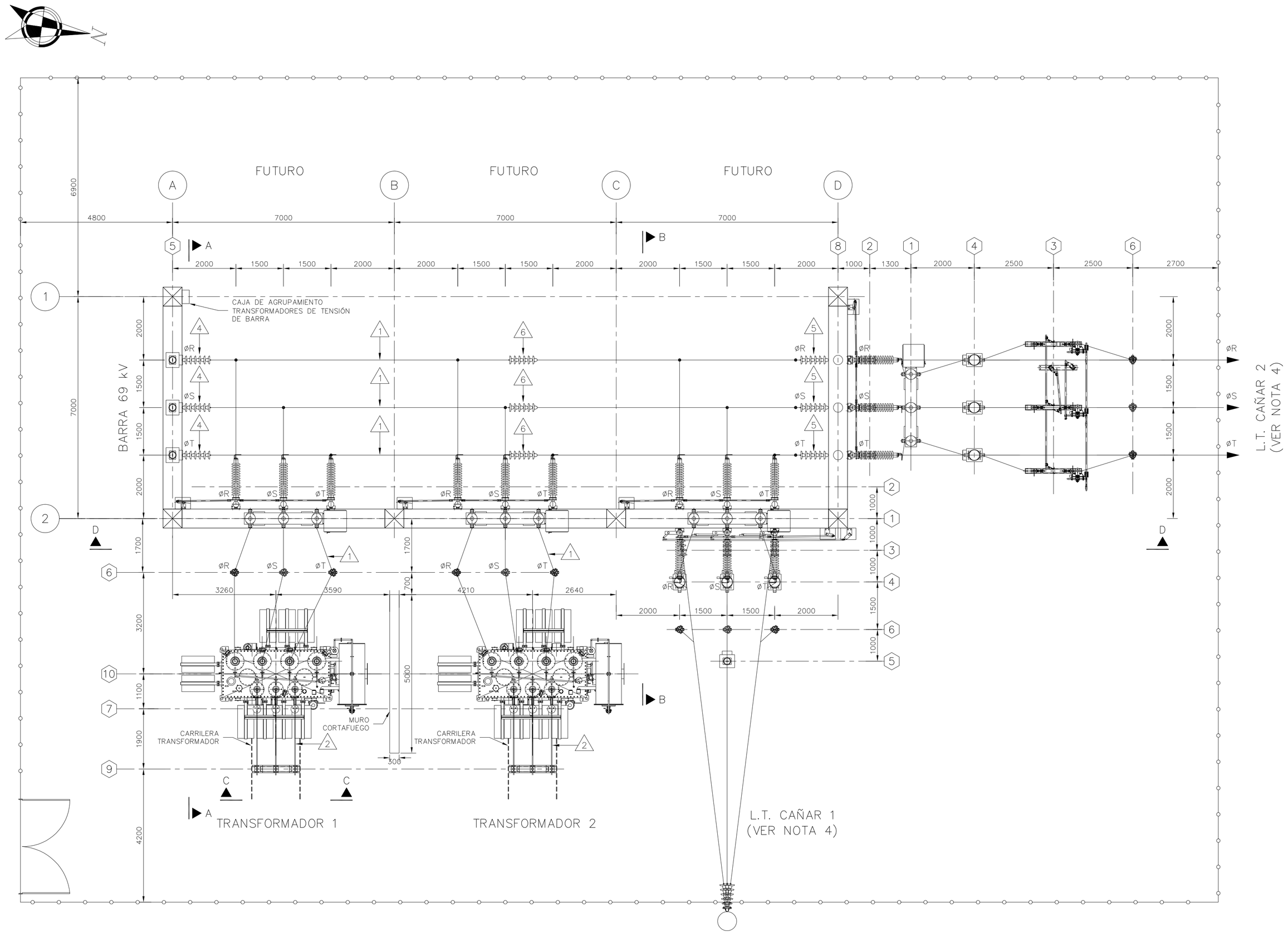
NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. VER PLANTA DETALLADA EN HOJA 2 DE ESTE PLANO.
3. VER DISPOSICIÓN DE GABINETES Y EQUIPOS DE SSAA UBICADOS AL INTERIOR DEL EDIFICIO DE CONTROL EN EL PLANO IEB-060-09-K018.
4. VER RUTAS DE CÁRCAMOS Y DUCTOS Y DETALLES DE INSTALACIÓN EN EL PLANO IEB-060-09-K017

EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada			PLANO No: IEB-060-09-K015			REV: 0	HOJA: 1 CONTINUA: 2
Elec Austro				INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR				
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA – DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS VISTA EN PLANTA GENERAL								
				ESCALA: 1:200	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: DISPOSICIÓN FÍSICA		
				FECHA: 09/07/07	DIBUJO: M.V.A.	FASE: DISEÑO		
				DISEÑO: J.G.M.	APROBO: J.I.D.	CODIGO SIEMENS: IEB-060-09-K015	REV: 0	HOJA: 1 DE: 3
0	09/07/07	EMISIÓN INICIAL	J.I.D.		CONTRATO: C060-09			
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO					

ARCHIVO: IEB-060-09-K015(0)

(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD
TENSIÓN 72,5 kV–BIL 325 kV

DE ACUERDO A PUBLICACIÓN IEC 60071–2

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MÍNIMA (mm)
FASE – FASE	630
FASE – TIERRA	
CONDUCTOR – ESTRUCTURA	630
VARILLA – ESTRUCTURA	630

CONVENCIONES:

1. INTERRUPTOR
2. SECCIONADOR DE ROTACIÓN CENTRAL
3. SECCIONADOR DE ROTACIÓN CENTRAL CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
4. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
5. TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
6. DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 69 kV
7. DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 13,8 kV
8. AISLADOR TIPO POSTE PARA MONTAJE INVERTIDO
9. AISLADOR TIPO POSTE 13,8 kV
10. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 13,8 kV/69 kV 15 MVA

—o— CERRAMIENTO

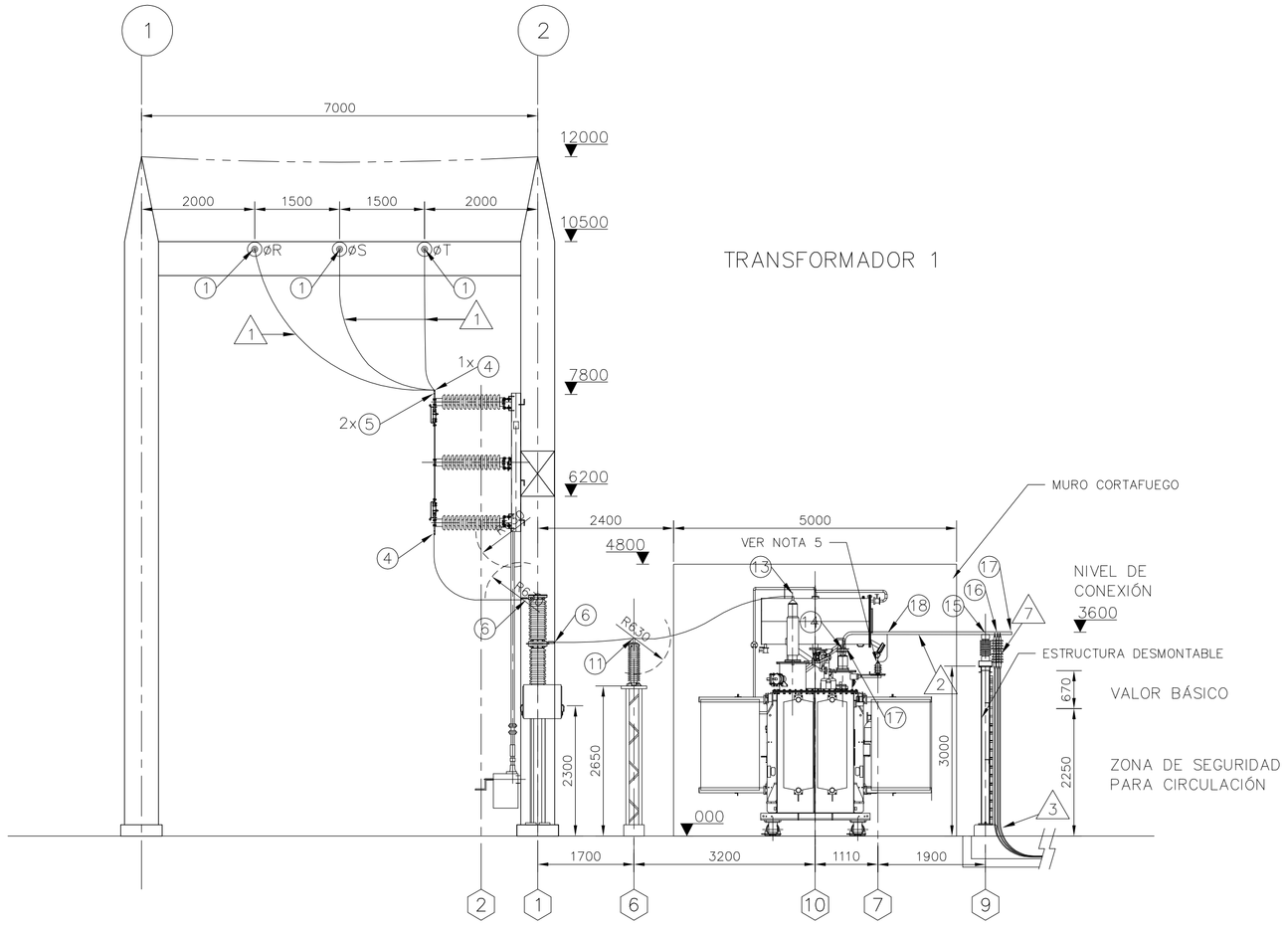
NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. VER SECCIONES A–A, B–B, C–C Y D–D EN HOJA 3 DE ESTE PLANO.
3. LA NOMENCLATURA OPERATIVA DE LOS EQUIPOS Y DE LAS SALIDAS DE LÍNEA SERÁ CONSIGNADA EN LOS PLANOS "AS BUILT"
4. LA DESCRIPCIÓN DE LA LLEGADA DE LÍNEA INDICADA EN ESTE PLANO ES ESQUEMÁTICA, EL DISEÑO DE LA LÍNEA DEBERÁ ADECUAR LAS TORRECILLAS Y POSTES Y GARANTIZAR LAS CONDICIONES TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD PARA QUE LA DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LAS LÍNEAS CAÑAR 1 Y CAÑAR 2 SEA LA INDICADA. EN CASO DE QUE NO SEA POSIBLE ADECUAR LAS ENTRADAS DE LÍNEA SEGUN LO INDICADO EN EL PLANO, DEBERÁ REALIZARSE LA VERIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN FÍSICA PRESENTADA.

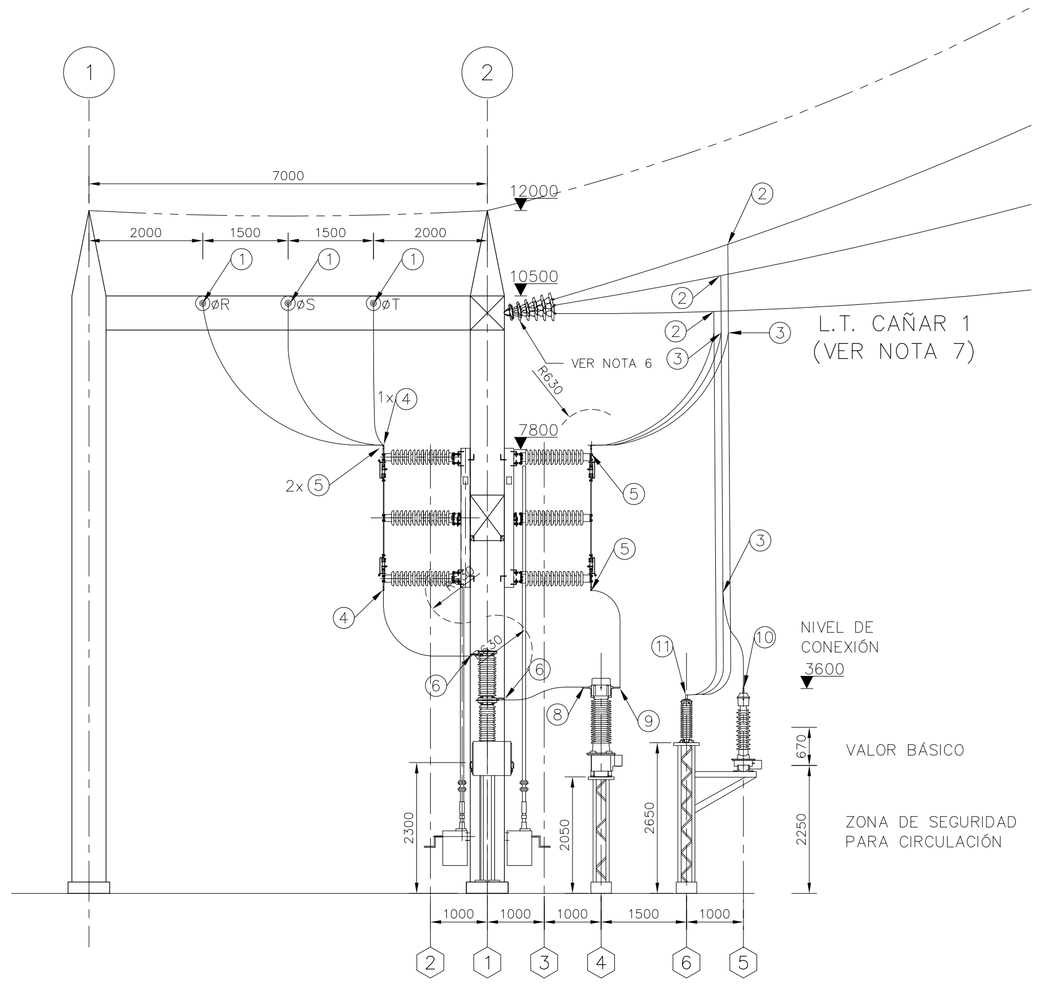
EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: IEB Ingeniería Especializada		PLANO No: IEB–060–09–K015	REV: 0	HOJA: 2 / CONTINUA: 3
Elec Austro			INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR		
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA – DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS VISTA EN PLANTA DETALLADA					
			ESCALA: 1:75	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: DISPOSICIÓN FISICA
			FECHA: 09/07/07	DIBUJO: M.V.A.	FASE: DISEÑO
			DISEÑO: J.G.M.	APROBO: J.I.D.	CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K015 — REV: 0 — HOJA: 2 / DE: 3
0	09/07/07	EMISIÓN INICIAL	J.I.D.	CONTRATO: C060–09	
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO		

ARCHIVO: IEB–060–09–K015(0)

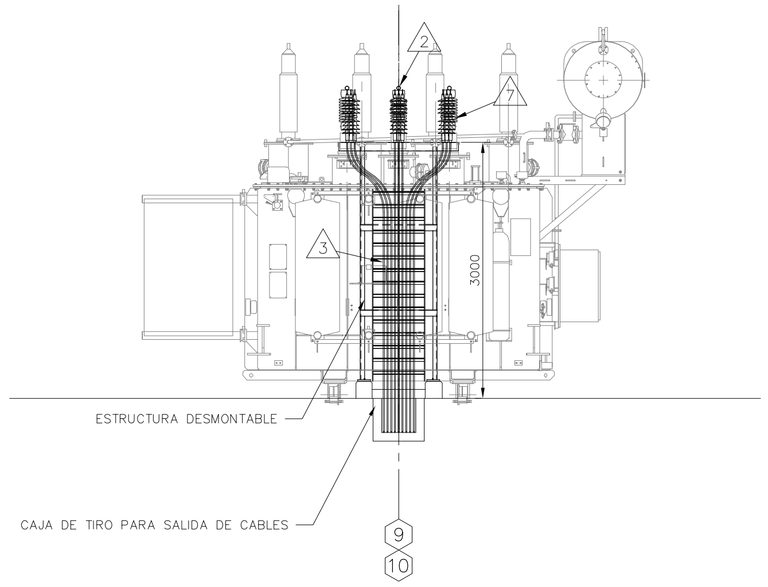
(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000



SECCIÓN A–A
ESCALA: 1:75



SECCIÓN B–B
ESCALA: 1:75



SECCIÓN C–C
ESCALA: 1:50

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD
TENSIÓN 72,5 kV–BIL 350 kV
DE ACUERDO A PUBLICACIÓN IEC 60071–2

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MÍNIMA (mm)
FASE – FASE	630
FASE – TIERRA	
CONDUCTOR – ESTRUCTURA	630
VARILLA – ESTRUCTURA	630

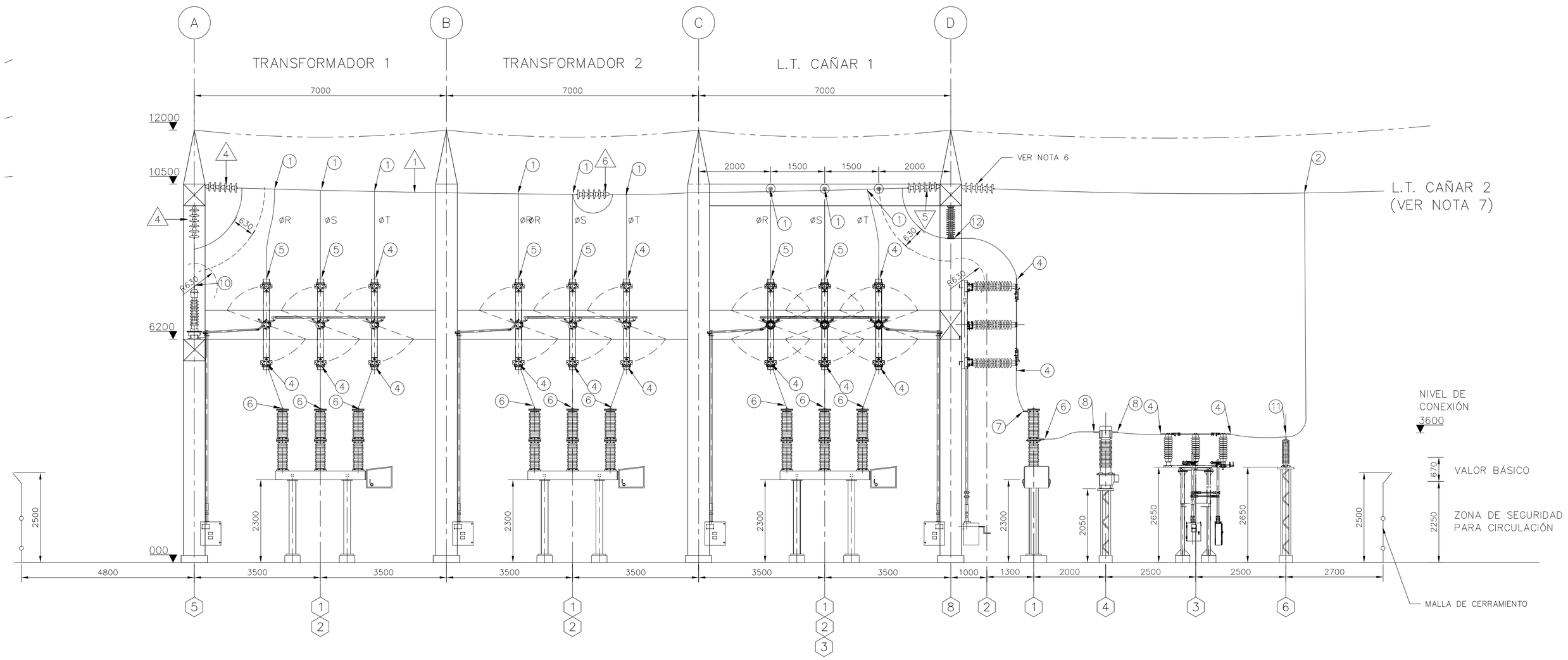
CONVENCIONES:

1. INTERRUPTOR
2. SECCIONADOR DE ROTACIÓN CENTRAL
3. SECCIONADOR DE ROTACIÓN CENTRAL CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
4. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
5. TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
6. DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 69 kV
7. DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 13,8 kV
8. AISLADOR TIPO POSTE PARA MONTAJE INVERTIDO
9. AISLADOR TIPO POSTE 13,8 kV
10. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 13,8 kV/69 kV 15 MVA

—·—·— CABLE DE GUARDA

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. VER PLANTA DETALLADA EN HOJA 3 DE ESTE PLANO.
3. LA NOMENCLATURA OPERATIVA DE LOS EQUIPOS Y DE LAS SALIDAS DE LÍNEA SERÁ CONSIGNADA EN LOS PLANOS "AS BUILT".
4. LA ALTURA DE TODOS LOS PEDESTALES DE LAS COLUMNAS DE LOS PÓRTICOS Y DE EQUIPOS DEBERÁ SER 200mm.
5. EL CONECTOR RELACIONADO CON LA TERMINAL DEL DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES A 13,8 kV DEBERÁ SER SUMINISTRADO CON EL EQUIPO.
6. SUMINISTRO POR OTROS.
7. LA DESCRIPCIÓN DE LA LLEGADA DE LÍNEA INDICADA EN ESTE PLANO ES ESQUEMÁTICA, EL DISEÑO DE LA LÍNEA DEBERÁ ADECUAR LAS TORRECILLAS Y POSTES Y GARANTIZAR LAS CONDICIONES TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD PARA QUE LA DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LAS LÍNEAS CAÑAR 1 Y CAÑAR 2 SEA LA INDICADA. EN CASO DE QUE NO SEA POSIBLE ADECUAR LAS ENTRADAS DE LÍNEA SEGUN LO INDICADO EN EL PLANO, DEBERÁ REALIZARSE LA VERIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN FÍSICA PRESENTADA.



SECCIÓN D–D
ESCALA: 1:75

EJECUTOR	DISEÑO	PLANO No:	REV:	HOJA:
SIEMENS S.A.	IEB Ingeniería Especializada	IEB–060–09–K015	0	3 CONTINUA: –

Elec Austro — ELECTRO QUINCAGON DO AUSTRO S.A.

INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR

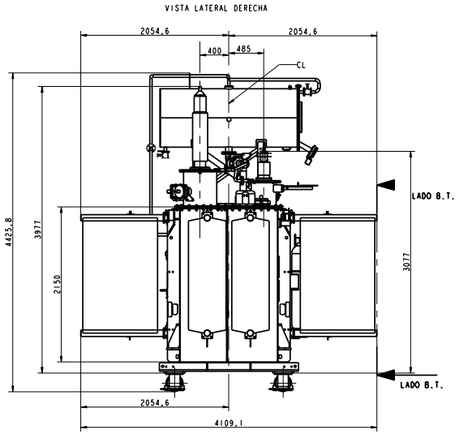
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA – DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS
SECCIONES A–A, B–B, C–C Y D–D

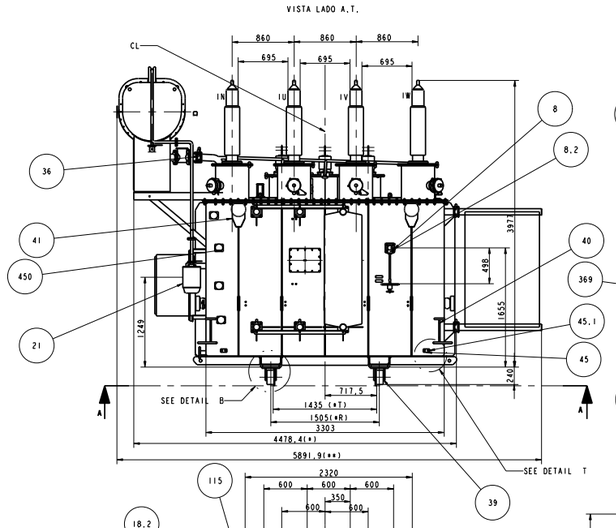
ESCALA: INDICADAS	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: DISPOSICIÓN FÍSICA			
FECHA: 09/07/07	DIBUJO: M.V.A.	FASE: DISEÑO			
DISEÑO: J.G.M.	APROBO: J.I.D.	CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K015	REV: 0	HOJA: 3 DE: 3	
CONTRATO: C060–09					

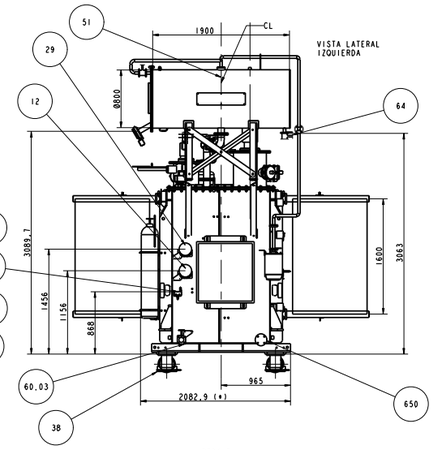
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO
0	09/07/07	EMISIÓN INICIAL	J.I.D.

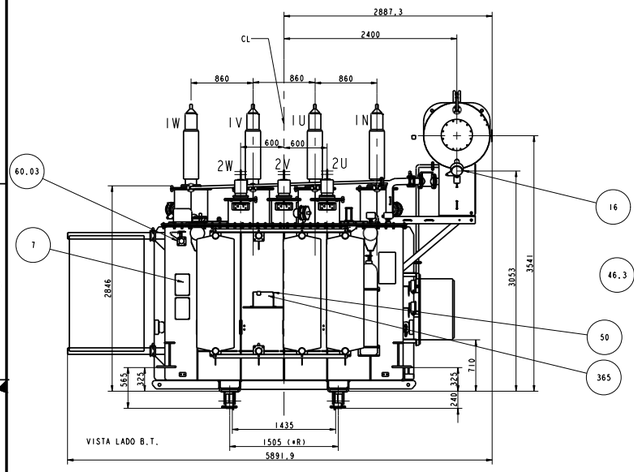
ARCHIVO: IEB–060–09–K015(0)

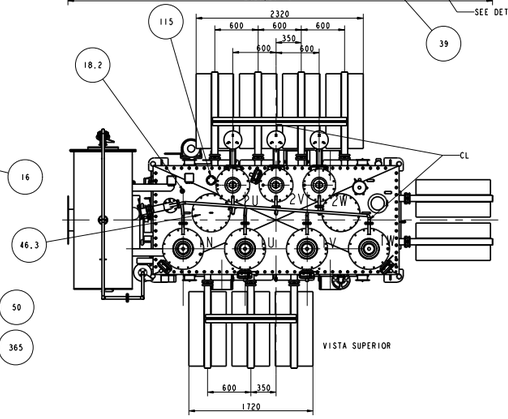
(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000

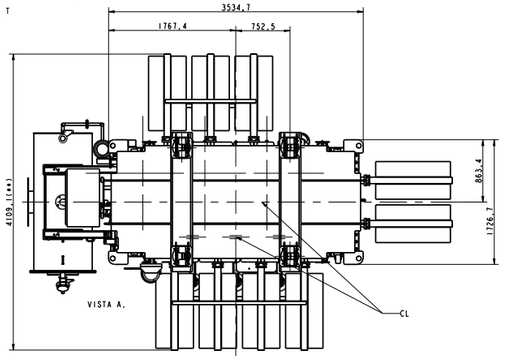




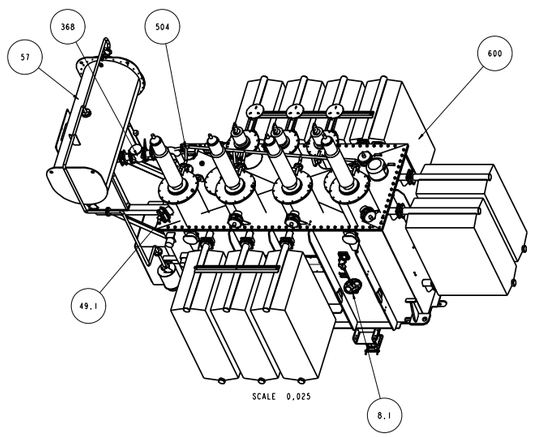


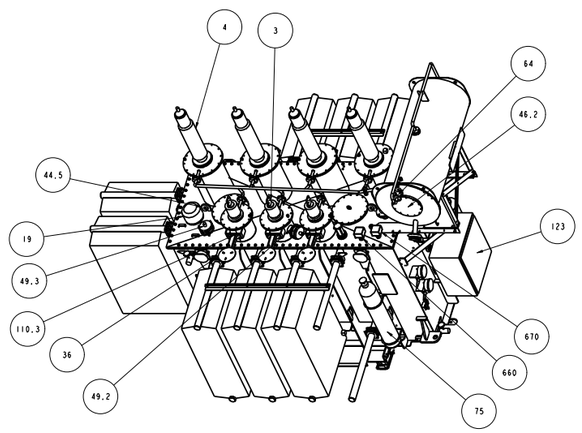






Pos.	Qty.	Transp Cond.	Description	Catalog/ Drawing	Manufacturer/Type
3	3		PASATAPA 15 KV	41A05103-1	WARCO
4	4		PASATAPA A.T.	COTA-350-H014-21-AG3-01-A	TRENCH
7	2		PLACA DE IDENTIFICACION	TAMAÑO 0	SIEMENS
8	1		CONMUTADOR NLTC	MT705 200A 5POS	CAPT
8.1	1		VOLANTE DE CONTROL CONMUTADOR	070-1.12.501	CAPT
8.2	1		CAJA DE REENVIO 90°	070-1.12.405	CAPT
12	1		TERMOMETRO DE DEVANADO	MT STW 160F2	MESSKO
16	1		INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE (AXIAL)	MTO-STF160G/2U(MN-MN)/20	MESSKO
18.2	3		ESTUCHE TERMOMETRO		
19	1		VALVULA SOBREPRESION 2 CONT	LPRD12 Mod 6851212N0001	MESSKO
21	1		FILTRO DE SILICA GEL TRANSFORMADOR	VE50	CEDASPE
29	1		TERMOMETRO DE ACEITE	MT-ST 160 F	MESSKO
36	20		VALVULA MARIPOSA	Ø3"	MAIER
38	4		FRENO_RUEDAS	L10 60 131	
39	4		RUEDAS CON PESTAÑA	N00 07 320	
40	2		SOPORTE GATO		
41	4		OREJA DE LEVANTAMIENTO		
44.5	2		OJAL DE IZAMIENTO		SIEMENS
45	4		PLACA DE ATERRIZAMIENTO	ANSI M12	SIEMENS
45.1	4		SOBRE-PLACA DE PUESTA A TIERRA		SIEMENS
46.2	1		VENTANA DE ENTRADA	LDTW3600046-02	SIEMENS
46.3	2		VENTANA DE ENTRADA	LDTW3600046-03	SIEMENS
49.1	4		CAJA BORNES TC A.T.	8 BORNES	MATRIMOL
49.2	1		CAJA BORNES TC B.T.	5 BORNES	MATRIMOL
49.3	1		CAJA BORNES PSTA TIERRA NUCLEO	1 BORNE	MATRIMOL
50	1		CAJA ACELEROMETRO		
51	1		COMPENSADOR ELÁSTICO	A=2395, B=1295	MUSTHANE
57	1		TANQUE CONSERVADOR	Ø800 x 1900	SIEMENS
60.03	2		VALVULA RECIRCULACION 2"	Ø2" CON TOMA DE MUESTRA	UNITED BRASS
64	2		VALVULA DN25	DN25	
75	1		DISPOSITIVO RECARGA AIRE SECO		
110.3	3		SOPORTE PARARRAYOS B.T.	LDTXX620052	SIEMENS
115	1		RELE DE PRESION SUBITA	900-003-32	QUALITROL
123	1		TABLERO DE CONTROL	TV2	SIEMENS
365	1		REGISTRADOR IMPACTOS		
368	1		RELE BUCHHOLZ	BR 80 ML	CEDASPE
369	1		DISPOSITIVO ACOPLE PRUEBA GASES	XB0121	NACIONAL
450	4		AISLADOR	T-89 M-E/ 8KV	MATRIMOL
504	1		TUBERIA A BUCHOLZ DESDE DOMOS	DN25	SIEMENS
600	9		RADIADORES DESMONTABLES	1.2 mm, 24 ELEMENTOS / BATERIA	SIEMENS
650	1		BRIDA DRENAJE	DN50	SIEMENS
660	1		TRANS. TERM. ACEITE	PT-100	MESSKO-ZT/F2
670	1		TRANS. TERM. DEVANADO	PT-100	MESSKO-ZT/F2
700	1		CABLEADO	FLEXIBLE	





PINTURA:
ESQUEMA DE PINTURA 3. Color: ANSI 70.
- Imprimante epóxico 75 micras.
- Barrera epóxica 100 micras.
- Esmalte uretano 50 micras.
- Espesor total minimo 225 micras.

- DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS. TOLERANCIA ±10%.
- TRANSFORMADOR DISEÑADO PARA TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO DE 30°C Y TEMPERATURA AMBIENTE MAXIMA DE 40°C.

CL : LINEA DE CENTROS DEL TRANSFORMADOR
(*): DIMENSION DE TRANSPORTE
(**): DIMENSIÓN MÁXIMA EQUIPO INSTALADO
(*T): DISTANCIA DE TROCHA
(*R): DISTANCIA ENTRE EJES DE RIELES.

LEVANTAMIENTO DEL TRAFO:
LEVANTAR EL TRANSFORMADOR DE LAS CUATRO OREJAS DE LEVANTAMIENTO.

ADVERTENCIA:
EL TRANSFORMADOR SE PUEDE LEVANTAR COMPLETO SOLO SI SE EMPLEAN ESLINGAS CON UNA LONGITUD MINIMA DE 3300 mm, SI SE LEVANTA CON UNAS ESLINGAS DE LONGITUD INFERIOR A 3300 mm DE DEBEN DESMONTAR LOS PASATAPAS CENTRALES DE A.T.

ATENCION: NO INTENTAR IZAR EL TRANSFORMADOR USANDO LAS OREJAS UBICADAS EN LA TAPA.
ESTAS NO SOPORTAN EL PESO DEL TRANSFORMADOR.

PLANO PARA APROBACIÓN

TRANSFORMADOR TRIFASICO ELEVADOR
POTENCIA.....15 MVA ONAN
TENSIONES....69000/39837 V - 13800V
GRUPO DE CONEXION.....YNd5
FRECUENCIA.....60Hz

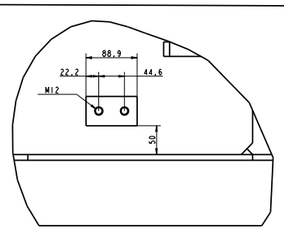
NOTAS:

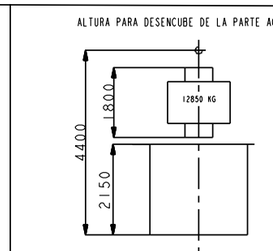
DIMENSIONES EN mm.

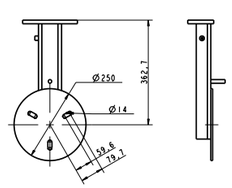
PESO APROXIMADO (en KG).
PESO TOTAL TRANSFORMADOR .....32.300 Kg
PESO REMOVIBLE .....12.900 Kg
PESO DE DESPACHO (TRANSPORTE) ... 18.100Kg

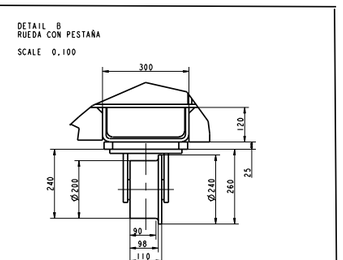
PESO DEL ACEITE ..... 8433 Kg
VOLUMEN DEL ACEITE ..... 9638 Lt @ 20ºC
TIPO DE REFRIGERANTE.....INHIBIDO NYNAS ORION II

TENSION DE CONTROL.....125 V DC
TENSION DE AUXILIARES.....120 V AC 1F









ELECAUSTRO
PROYECTO HIDROELECTRICO OCAÑA
Transformador 3F, 15 MVA, 13.8/69-39.8 KV
TAG: TP-U1, TP-U2

Fecha 20.04.2009	Aprobó -	Modif. - - - -	
Grupo PTD-TDD	— —		
Elaboró GUTIERREZ Revisó IBAÑEZ	-	Denom. PLANO PARA APROBACIÓN	Toler. DIN 7168-G
SIEMENS		Cliente ELECAUSTRO 15 MVA CAL7535	Escala 0.025 Pro/E
		SAP 26000014351 Plano DTXX610056	Mod. X Hoja 1/1

DIMENSIONES Y CARGAS DE SERVICIO PARA EQUIPOS 69 kV (a) (c)

EQUIPOS	DIMENSIONES EN mm						CARGAS DE CONEXIÓN Y PESO PROPIO, Kg (d)								CARGAS SISMICAS, Kg								CARGAS DE VIENTO, Kg				CARGAS DE ACCIONAMIENTO, Kg (f)			CANTIDAD DE SOPORTES (E)
															DEBIDAS A EQUIPOS		DEBIDAS A CONDUCTORES				DEBIDAS A SOPORTES		DEBIDAS A EQUIPOS	DEBIDAS A CONDUCT		DEBIDAS A SOPORTES	APERTURA	CIERRE	HORIZONTAL	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	WE	TE1	TD1	TE2	TD2	WC1	WC2	WS	SE(x,y)	SE(z)	SC1(x,y)	SC1(z)	SC2(x,y)	SC2(z)	SS(x,y)	SS(z)	VE(x,y)	VC1(x)	VC2(x)	VS(x,y)	CDA (z)	CDC (z)	FH	
INTERRUPTOR 3AP1–FG 72,5 kV (TRIPOLAR)	1960	2100	1050	2650	4010	3200	257.0	6.4	94.8 (8.0)	–	– (8.0)	0.7	0.7	113.3	247.8	±165.2	0.7	±0.5	0.7	±0.5	109.3	72.8	25.5	1.2	1.2	32.6	–2340	1470	±660.0	4

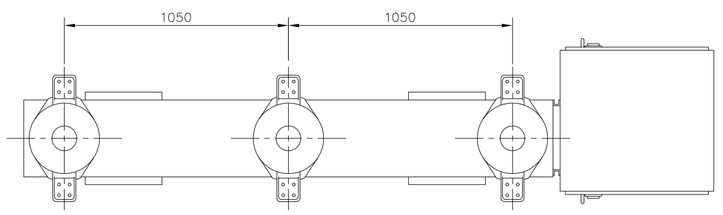
(a) LOS DATOS DE CARGAS DE EQUIPOS ESTÁN DADOS POR POLO Y LOS DE ESTRUCTURA ESTÁN DADOS POR COLUMNA DE SOPORTE.
(b) PARA LOS INTERRUPTORES SE DEBEN CONSIDERAR LAS CARGAS DINÁMICAS POR APERTURA Y CIERRE (CDA, CDC)
(c) TODAS LAS CARGAS PRESENTADAS SON DE SERVICIO.
(d) CARGAS ENTRE PARÉNTESIS TRANSVERSAL O EN SENTIDO X.
(e) TOTAL DE SOPORTES EN EL PATIO DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA
(f) ESTAS CARGAS DEBEN SER VERIFICADAS, SEGÚN EL FABRICANTE DEL EQUIPO.

PERNOS DE ANCLAJE

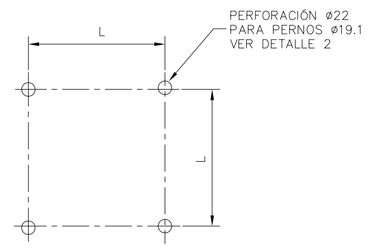
EQUIPO	L	ø	L1	L2	L3	L4	R	CANTIDAD
INTERRUPTOR 3AP1–FG 72,5 kV (TRIPOLAR)	260	19.1	600	125	80	80	60	32

COMBINACIONES DE CARGAS

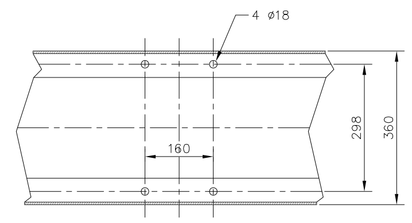
1. 1,2 W + 1,3 TE + 1,3 V (x,y)
2. 1,2 W + 1,3 TE + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)
3. 1,2 W + 1,1 TD



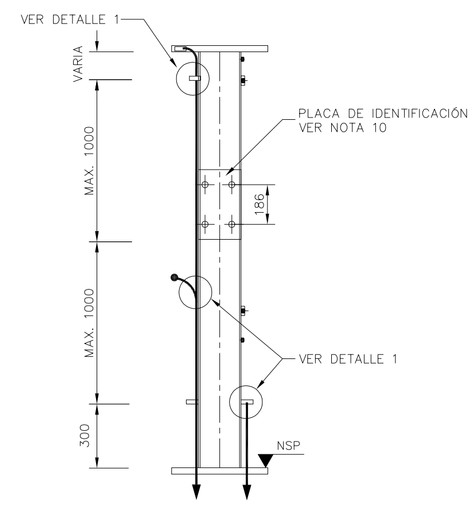
INTERRUPTOR 72,5 kV
VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:25



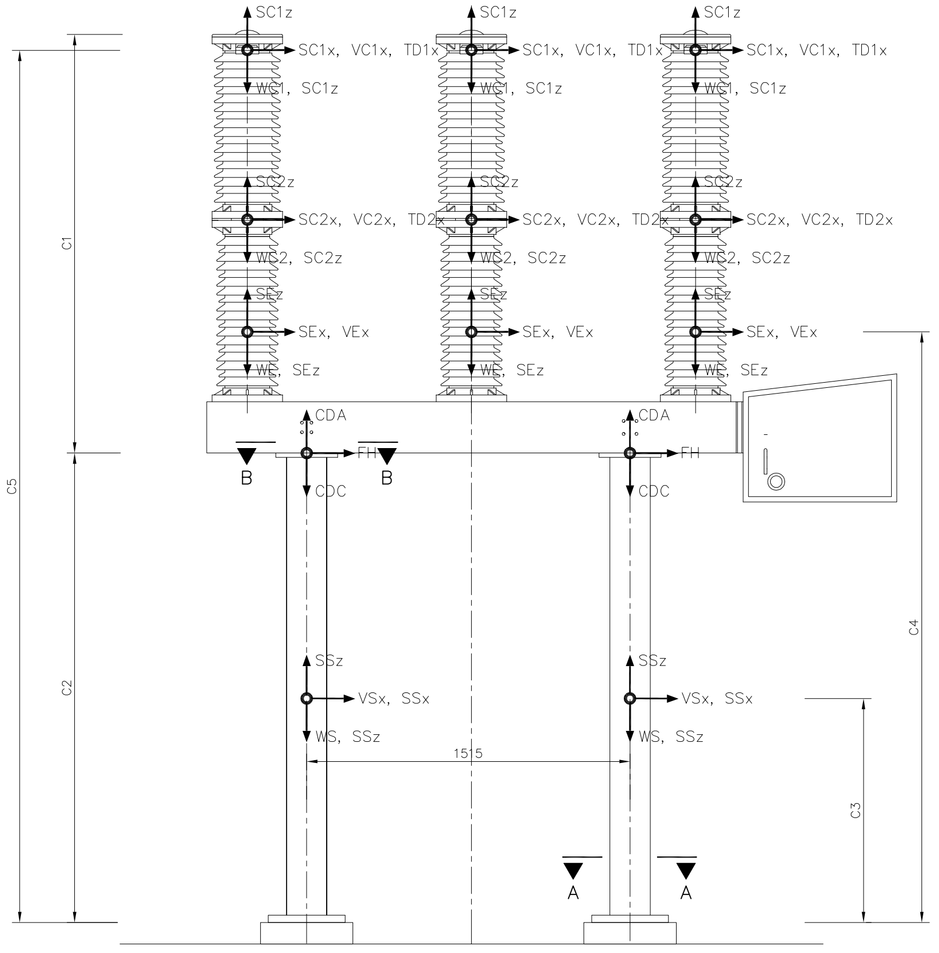
SECCIÓN A–A
PERFORACIONES PARA ANCLAJE DEL SOPORTE DE LAS FUNDACIONES
ESCALA 1:10



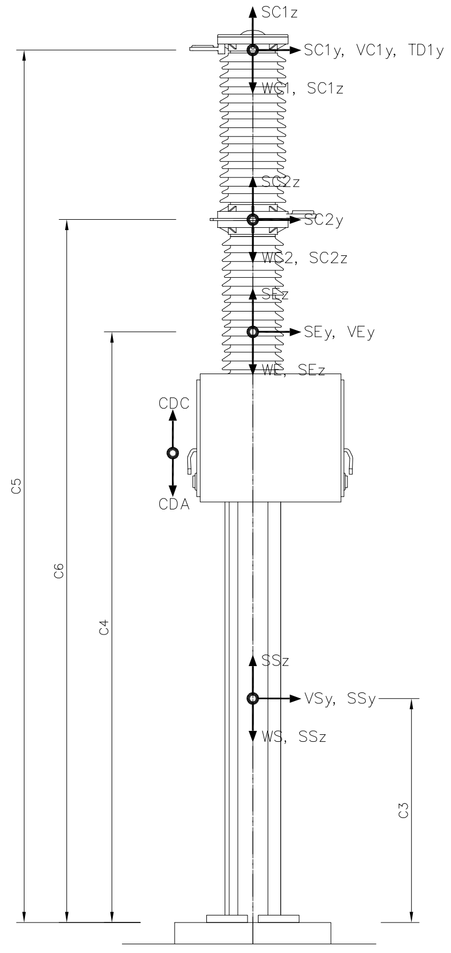
SECCIÓN B–B
ASIENTO DEL EQUIPO
(VER NOTA 13)
ESCALA 1:10



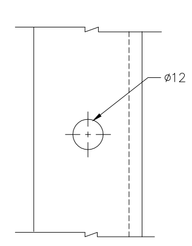
PUESTA A TIERRA DE SOPORTES DE EQUIPOS
DETALLE TÍPICO
VER NOTA 13
ESCALA 1:20



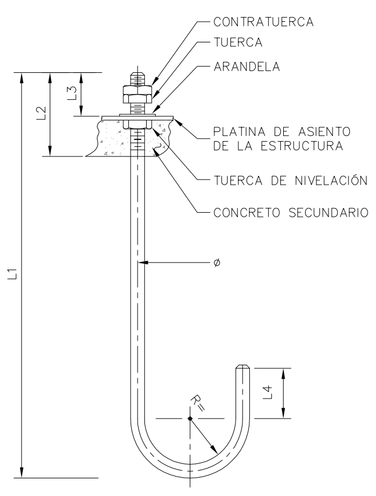
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:20



VISTA LATERAL
ESCALA 1.20



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2
PERNO DE ANCLAJE
ACERO SAE 1020 CALIBRADO
SIN ESCALA

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

IEB–060–09–D022 GUÍA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS

CONVENCIONES:

⊗	CARGA TRANSVERSAL
↓	CARGA VERTICAL
→	CARGA LONGITUDINAL
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
——	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACIÓN PARA ANCLAJE
WC1	PESO PROPIO DE CONDUCTOR. NIVEL 1
WC2	PESO PROPIO DE CONDUCTOR. NIVEL 2
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC1(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 1
SC1(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 1 (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC2(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 2
SC2(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 2 (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VC1(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 1
VC2(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR. NIVEL 2
TE1	TENSIÓN BÁSICA DEL CONDUCTOR. NIVEL 1
TD1	CARGA DE CORTOCIRCUITO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL. NIVEL 1 (SENTIDO DE LA CONEXIÓN)
TD2	CARGA DE CORTOCIRCUITO TRANSVERSAL. NIVEL 2 (PERPENDICULAR A LA CONEXIÓN)
CDA	CARGA DE APERTURA DEL EQUIPO
CDC	CARGA DE CIERRE DEL EQUIPO
C1	ALTURA DEL EQUIPO
C2	ALTURA DEL SOPORTE
C3	ALTURA DEL CENTROIDE DE LA ESTRUCTURA DESDE EL NIVEL DEL PEDESTAL
C4	ALTURA DEL CENTROIDE DEL EQUIPO DESDE EL NIVEL DE PEDESTAL
C5	ALTURA DE CONEXIÓN EN NIVEL 1
C6	ALTURA DE CONEXIÓN EN NIVEL 2
FH	CARGA DINÁMICA HORIZONTAL
TÍP.	TÍPICO
NSP	NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTA
NA	NO APLICA

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO ASTM A–36 Ó A–572, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE DESPUÉS DE SU FABRICACIÓN Y SEGÚN NORMA ASTM A–123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A–394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A–153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y LOS ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. EN LA SECCION A–A SE INDICA LA SEPARACIÓN ENTRE LOS PERNOS DE ANCLAJE PARA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE A LA FUNDACIÓN. SE DEBEN USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN LA NORMA SAE 1020 Y CON GEOMETRÍA SIMILAR A LA INDICADA EN EL DETALLE 2 DE ESTE PLANO.
7. EL DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA SOPORTE DE EQUIPOS DEBE LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL EXTREMO SUPERIOR A UN VALOR DE C2/500 PARA LAS CARGAS DE SERVICIO Y BAJO LAS FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO (SIN REDUCIR). EL COEFICIENTE DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R) PARA EL DISEÑO DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES Y SUS CONEXIONES DEBERÁ SER R= 1,0.
8. LAS CARGAS SÍSMICAS INDICADAS FUERON CALCULADAS CON UNA ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA DEL TERRENO DE 0,30 g.
9. VER PLANOS APROBADOS DEL EQUIPO.
10. AL SOPORTE DEL EQUIPO SE LE DEBEN DEJAR PERFORACIONES PARA LA CONEXIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.
11. LOS PEDESTALES DE LAS CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS SE SUPONEN 200 mm POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO ACABADO.
12. DIMENSIONES DE PLATINA ESTIMADAS DE ACUERDO A PLANO DEL EQUIPO SIEMENS.
13. LOS DETALLES DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS SE INDICAN EN EL PLANO IEB–060–09–K004

EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada			PLANO No: IEB–060–09–K023		REV: 1	HOJA: 1 CONTINUA: 2
Elec Austro				INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR			
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA — ARBOLES DE CARGA PARA EQUIPOS DE PATIO – INTERRUPTOR							
				ESCALA: INDICADAS	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS	
				FECHA: 09/09/02	DIBUJO: I.E.P.	FASE: DISEÑO	
1	09/09/02	SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038	J.G.L.	DISEÑO: S.G.B.	APROBO: J.G.L.	CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K023	REV: 1 / HOJA: 1
0	09/07/03	EMISIÓN INICIAL	J.G.L.		CONTRATO: C060–09		DE: 6
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO				

ARCHIVO: IEB–060–09–K023(1).dwg

(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000

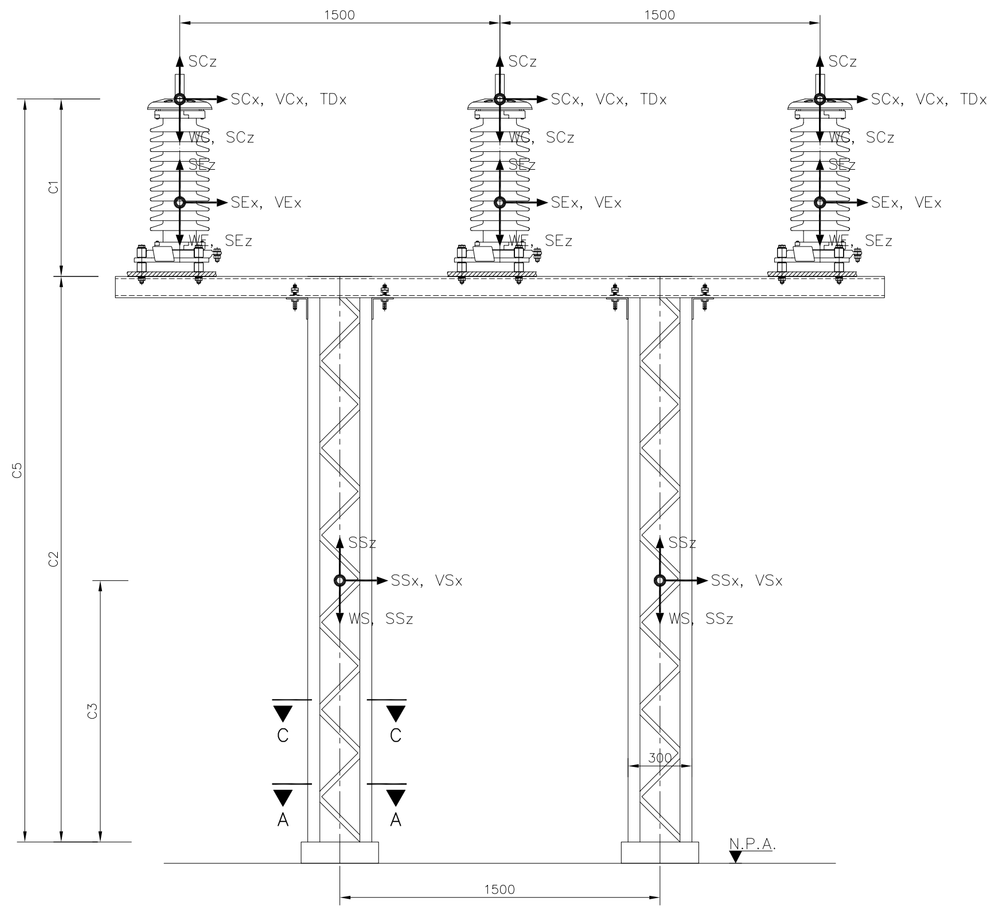
DIMENSIONES Y CARGAS DE SERVICIO PARA EQUIPOS 69 kV (a)

EQUIPOS	DIMENSIONES EN mm					CARGAS DE CONEXIÓN Y PESO PROPIO, Kg (b)							CARGAS SISMICAS, Kg						CARGAS DE VIENTO, Kg			CARGAS DE ACONDICIONAMIENTO, Kg			CANTIDAD DE SOPORTES (c)(d)
													DEBIDAS A EQUIPOS		DEBIDAS A CONDUCTORES		DEBIDAS A SOPORTES		DEBIDAS A EQUIPOS	DEBIDAS A CONDUCT	DEBIDAS A SOPORTES	APERTURA	CIERRE	HORIZONTAL	
	C1	C2	C3	C4	C5	WE	TE	TD	TDV	TEV	WC	WS	SE(x,y)	SE(z)	SC(x,y)	SC(z)	SS(x,y)	SS(z)	VE(x,y)	VC(x)	VS(x,y)	CDA (z)	CDC (z)	FH	
DESC. DE SOBRETENSIÓN 3EP5 55 kV	760	2450	1225	2830	3210	34.9	6.4	94.8 (8.0)	–	–	1.4	168.2	33.7	±22.4	1.4	±0.9	162.2	±108.2	6.6	2.3	28.2	NA	NA	NA	3

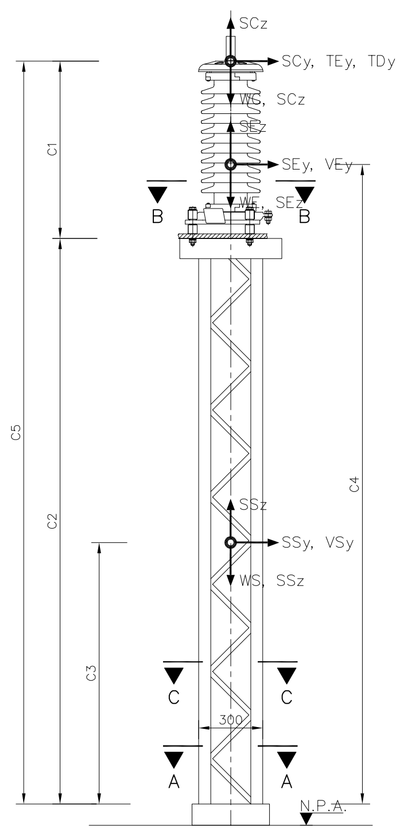
(a) TODAS LAS CARGAS PRESENTADAS SON DE SERVICIO.
(b) CARGAS ENTRE PARÉNTESIS TRANSVERSAL O EN SENTIDO X.
(c) LA ESTRUCTURA DE SOPORTE ESTÁ CONFORMADA POR DOS COLUMNAS Y UNA MESA.
(d) TOTAL DE SOPORTES EN EL PATIO DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA, (VER NOTA 14)

PERNOS DE ANCLAJE

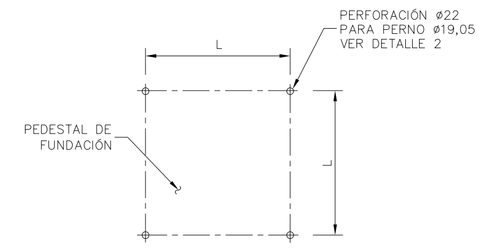
EQUIPO	L	ø	L1	L2	L3	L4	R	CANT
DESC. DE SOBRETENSIÓN 3EP5 55 kV	400	19,1	600	125	80	80	60	24



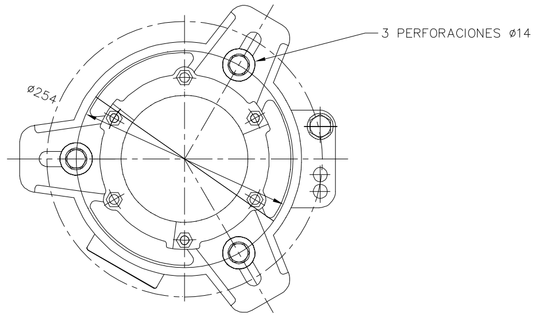
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:20



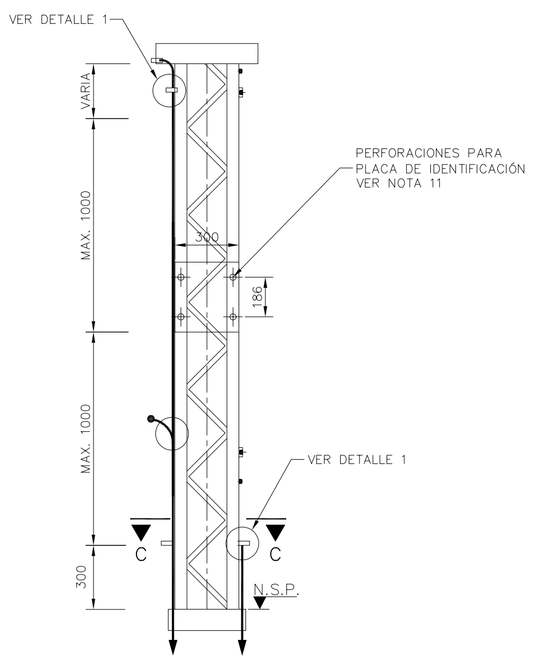
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA LATERAL
ESCALA 1:20



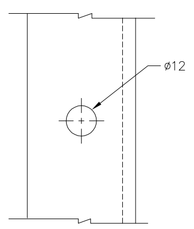
SECCIÓN A–A
PERFORACIONES PARA ANCLAJE
DEL SOPORTE A LAS FUNDACIONES
SIN ESCALA



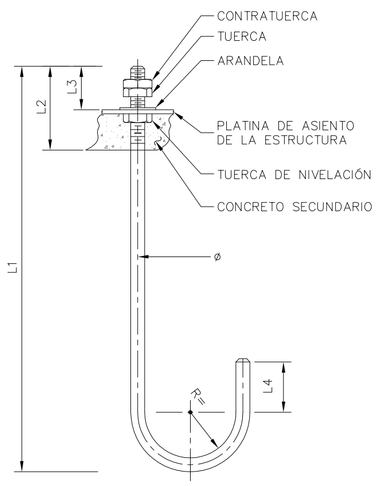
SECCIÓN B–B
PLATINA DE ASIENTO DEL EQUIPO
ESCALA 1:5



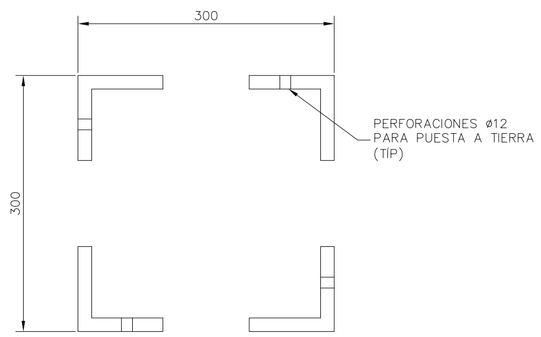
PUESTA A TIERRA DE SOPORTES
DE EQUIPOS
DETALLE TÍPICO
VER NOTA 13
ESCALA 1:20



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2
PERNO DE ANCLAJE
ACERO SAE 1020 CALIBRADO
SIN ESCALA



SECCIÓN C–C
ESCALA 1:5

COMBINACIONES DE CARGAS

1. 1,2 W + 1,3 TE + 1,3 V (x,y)
2. 1,2 W + 1,3 TE + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)
3. 1,2 W + 1,1 TD

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

IEB–060–09–D022 GUÍA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS

CONVENCIONES:

⊗	CARGA TRANSVERSAL
↓	CARGA VERTICAL
→	CARGA LONGITUDINAL
—	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACIÓN PARA ANCLAJE
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
WC	PESO PROPIO DE CONDUCTOR.
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR
SC(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VC(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR
TE	TENSIÓN BÁSICA DEL CONDUCTOR
TD	CARGA DE CORTOCIRCUITO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
CDA	CARGA DE APERTURA DEL EQUIPO
CDC	CARGA DE CIERRE DEL EQUIPO
C1	ALTURA DEL EQUIPO
C2	ALTURA DEL SOPORTE
C3	ALTURA DEL CENTROIDE DE LA ESTRUCTURA DESDE EL NIVEL DEL PEDESTAL
C4	ALTURA DEL CENTROIDE DEL EQUIPO DESDE EL NIVEL DE PEDESTAL
C5	ALTURA DE CONEXIÓN
FH	CARGA DINÁMICA HORIZONTAL
TÍP.	TÍPICO
NSP	NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTA
NA	NO APLICA

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO ASTM A–36 Ó A–572, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE DESPUÉS DE SU FABRICACIÓN Y SEGÚN NORMA ASTM A–123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A–394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A–153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y LOS ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. SE DEBEN USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN LA NORMA SAE 1020 Y CON GEOMETRÍA SIMILAR A LA INDICADA PARA CADA EQUIPO EN PARTICULAR.
7. EL DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA SOPORTE DE EQUIPOS DEBE LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL EXTREMO SUPERIOR A UN VALOR DE C2/500 PARA LAS CARGAS DE SERVICIO Y BAJO LAS FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO (SIN REDUCIR). EL COEFICIENTE DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R) PARA EL DISEÑO DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES Y SUS CONEXIONES DEBERÁ SER R= 1,0.
8. LAS CARGAS SÍSMICAS INDICADAS FUERON CALCULADAS CON UNA ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA DEL TERRENO DE 0,30 g.
9. VER PLANO APROBADO DEL EQUIPO.
10. AL SOPORTE DEL EQUIPO SE LE DEBEN DEJAR PERFORACIONES PARA LA CONEXIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.
11. LOS PEDESTALES DE LAS CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS SE SUPONEN 200 mm POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO ACABADO.
12. PARA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN MAS EL TRANSFORMADOR DE TENSIÓN EN LA SALIDA DE LA LÍNEA CAÑAR 1 VER HOJA 3 DE ESTE PLANO.
13. LOS DETALLES DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS SE INDICAN EN EL PLANO IEB–060–09–K004

EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada	PLANO No: IEB–060–09–K023		REV: 1	HOJA: 2 CONTINUA: 3
Elec Austro		INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR			
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA — ARBOLES DE CARGA PARA EQUIPOS DE PATIO – DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN					
		ESCALA: INDICADAS	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS	
		FECHA: 09/09/02	DIBUJO: I.E.P.	FASE: DISEÑO	
1 / 09/09/02 / SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038 / J.G.L.		DISEÑO: S.G.B.	APROBO: J.G.L.	CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K023	REV: 1 / HOJA: 2
0 / 09/07/03 / EMISIÓN INICIAL / J.G.L.			CONTRATO: C060–09		DE: 6
REV. / FECHA / MODIFICACION / APROBO					

ARCHIVO: IEB–060–09–K023(1).dwg

(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000

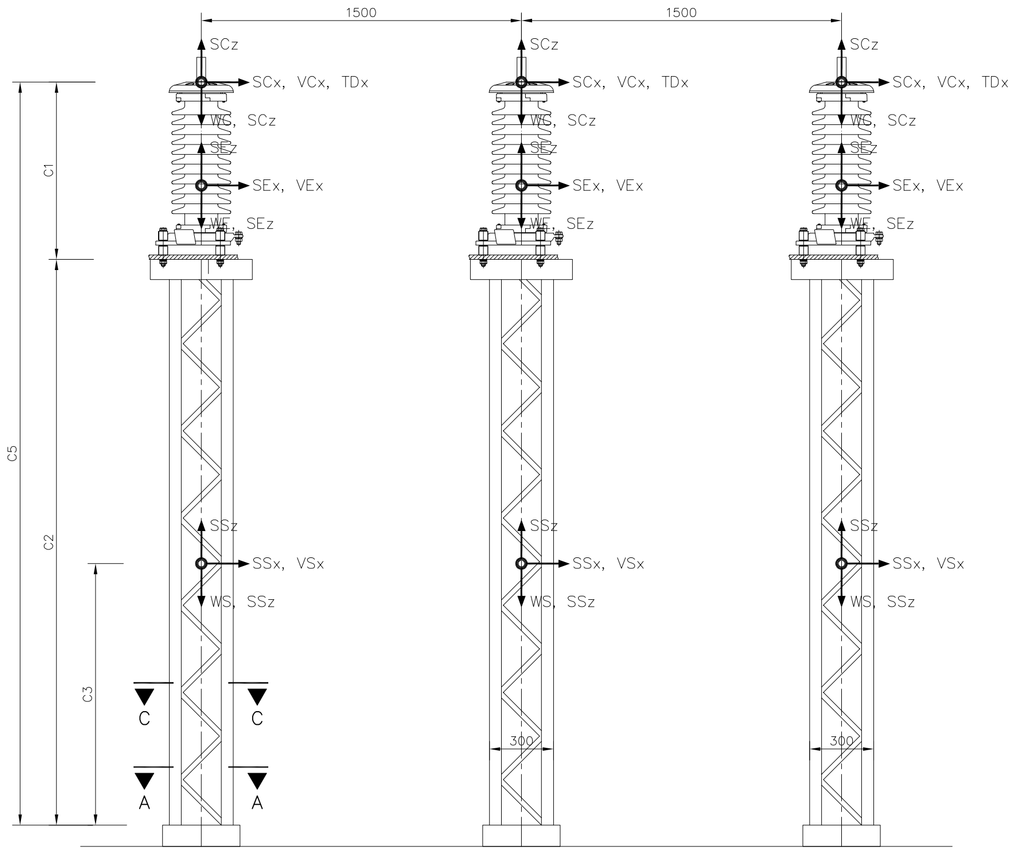
DIMENSIONES Y CARGAS DE SERVICIO PARA EQUIPOS 69 kV (a)

EQUIPOS	DIMENSIONES EN mm					CARGAS DE CONEXIÓN Y PESO PROPIO, Kg (b)							CARGAS SISMICAS, Kg						CARGAS DE VIENTO, Kg			CARGAS DE ACONDICIONAMIENTO, Kg			CANTIDAD DE SOPORTES (c)
													DEBIDAS A EQUIPOS		DEBIDAS A CONDUCTORES		DEBIDAS A SOPORTES		DEBIDAS A EQUIPOS	DEBIDAS A CONDUCT	DEBIDAS A SOPORTES	APERTURA	CIERRE	HORIZONTAL	
	C1	C2	C3	C4	C5	WE	TE	TD	TDV	TEV	WC	WS	SE(x,y)	SE(z)	SC(x,y)	SC(z)	SS(x,y)	SS(z)	VE(x,y)	VC(x)	VS(x,y)	CDA (z)	CDC (z)	FH	
DESC. DE SOBRETENSIÓN 3EP5 55 kV	760	2450	1225	2830	3210	34.9	6.4	94.8 (8.0)	–	–	1.4	168.2	33.7	±22.4	1.4	±0.9	162.2	±108.2	6.6	2.3	28.2	NA	NA	NA	2
TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 3OF 52–72	1370			2520		152.0	–	– (4.0)	–	–	0.4		146.6	±97.7	0.3	±0.2			23.8	0.6		NA	NA	NA	1

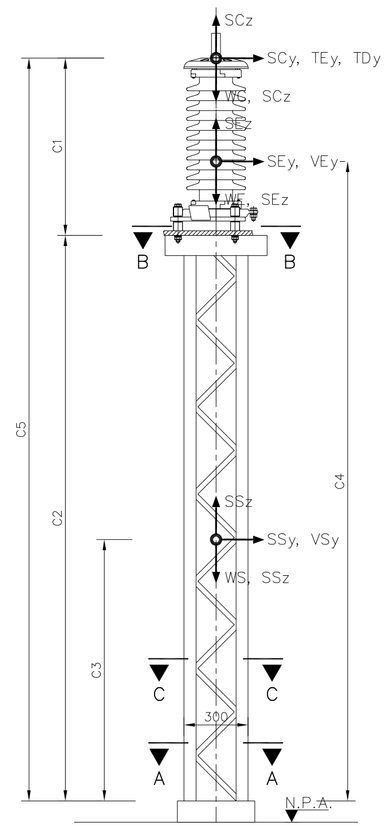
(a) TODAS LAS CARGAS PRESENTADAS SON DE SERVICIO.
(b) CARGAS ENTRE PARÉNTESIS TRANSVERSAL O EN SENTIDO X.
(c) LA ESTRUCTURA DE SOPORTE ESTÁ CONFORMADA POR UNA COLUMNA EN CADA FASE Y EN LA FASE B LLEVARA UNA MESA PARA SOPORTE DE TRANSFORMADOR DE TENSION.

PERNOS DE ANCLAJE

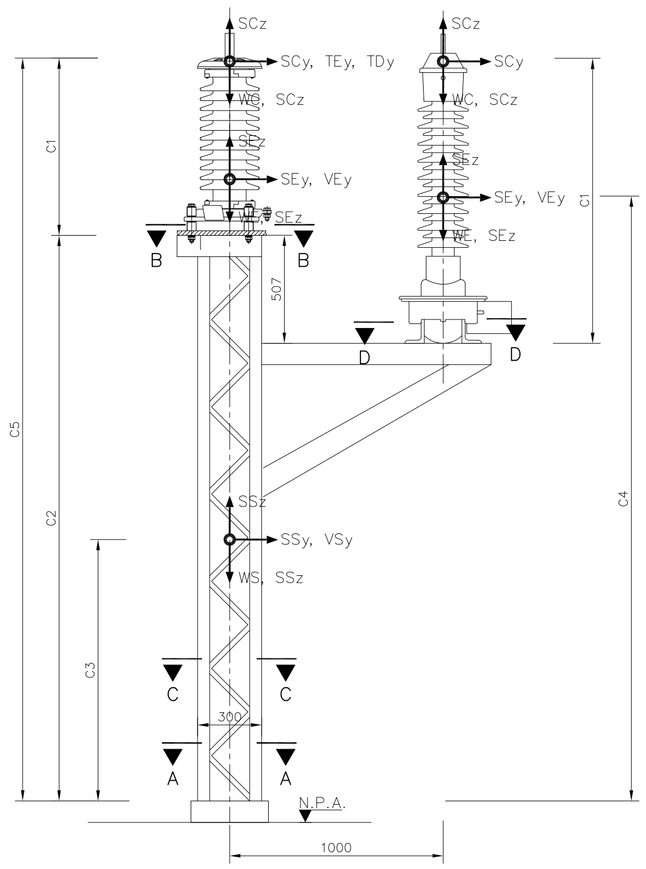
EQUIPO	L	ø	L1	L2	L3	L4	R	CANT
DESC. DE SOBRETENSIÓN 3EP5 55 kV Y TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 3OF 52/72	400	19,1	600	125	80	80	60	12



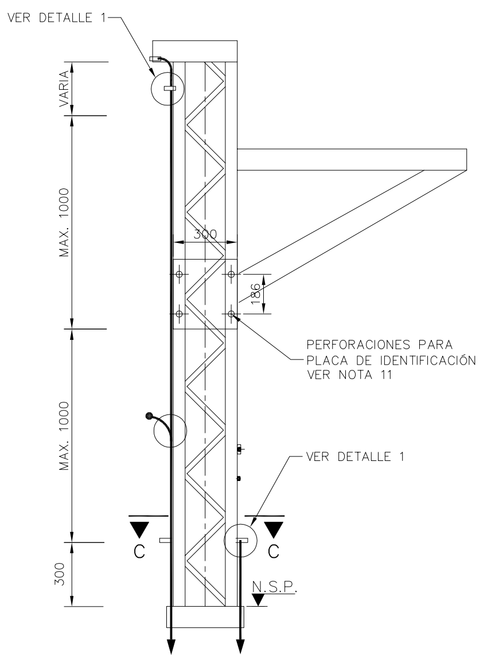
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:20



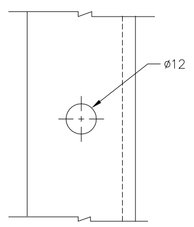
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA LATERAL FASE A Y C
ESCALA 1:20



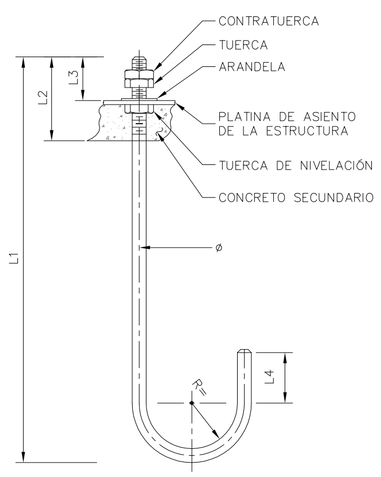
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA LATERAL FASE B
ESCALA 1:20



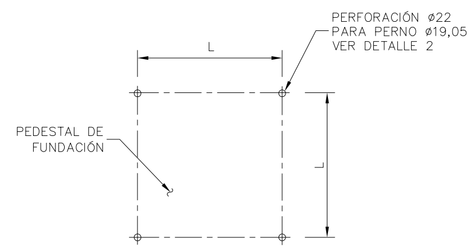
PUESTA A TIERRA DE SOPORTES
DE EQUIPOS
DETALLE TÍPICO
(VER NOTA 14)
ESCALA 1:20



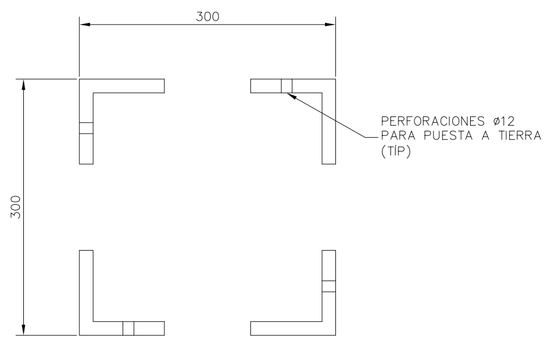
DETALLE 1
SIN ESCALA



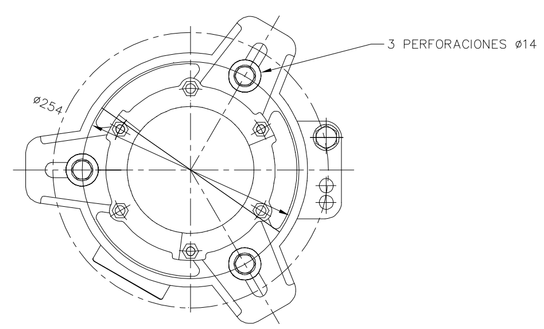
DETALLE 2
PERNO DE ANCLAJE
ACERO SAE 1020 CALIBRADO
SIN ESCALA



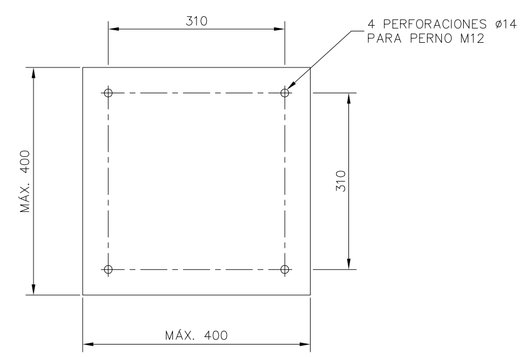
SECCIÓN A–A
PERFORACIONES PARA ANCLAJE
DEL SOPORTE A LAS FUNDACIONES
SIN ESCALA



SECCIÓN C–C
ESCALA 1:5



SECCIÓN B–B
PLATINA DE ASIENTO DEL EQUIPO
ESCALA 1:5



SECCIÓN D–D
ESCALA 1:7.5

COMBINACIONES DE CARGAS

1. 1,2 W + 1,3 TE + 1,3 V (x,y)
2. 1,2 W + 1,3 TE + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)
3. 1,2 W + 1,1 TD

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

IEB–060–09–D022 GUÍA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS

CONVENCIONES:

⊗	CARGA TRANSVERSAL
↓	CARGA VERTICAL
→	CARGA LONGITUDINAL
—	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACIÓN PARA ANCLAJE
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
WC	PESO PROPIO DE CONDUCTOR.
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR
SC(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VC(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR
TE	TENSIÓN BÁSICA DEL CONDUCTOR
TD	CARGA DE CORTOCIRCUITO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
CDA	CARGA DE APERTURA DEL EQUIPO
CDC	CARGA DE CIERRE DEL EQUIPO
C1	ALTURA DEL EQUIPO
C2	ALTURA DEL SOPORTE
C3	ALTURA DEL CENTROIDE DE LA ESTRUCTURA DESDE EL NIVEL DEL PEDESTAL
C4	ALTURA DEL CENTROIDE DEL EQUIPO DESDE EL NIVEL DE PEDESTAL
C5	ALTURA DE CONEXIÓN EN NIVEL 1
FH	CARGA DINÁMICA HORIZONTAL
TÍP.	TÍPICO
NSP	NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTA
NA	NO APLICA

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO ASTM A–36 Ó A–572, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE DESPUÉS DE SU FABRICACIÓN Y SEGÚN NORMA ASTM A–123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A–394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A–153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y LOS ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. SE DEBEN USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN LA NORMA SAE 1020 Y CON GEOMETRÍA SIMILAR A LA INDICADA PARA CADA EQUIPO EN PARTICULAR.
7. DEBERÁN PREVERSE LOS ANCLAJES DE MANDOS DE OPERACIÓN DE CADA EQUIPO, DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DE MANDO Y DEL EQUIPO.
8. EL DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA SOPORTE DE EQUIPOS DEBE LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL EXTREMO SUPERIOR A UN VALOR DE C2/500 PARA LAS CARGAS DE SERVICIO Y BAJO LAS FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO (SIN REDUCIR). EL COEFICIENTE DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R) PARA EL DISEÑO DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES Y SUS CONEXIONES DEBERÁ SER R= 1,0.
9. LAS CARGAS SÍSMICAS INDICADAS FUERON CALCULADAS CON UNA ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA DEL TERRENO DE 0,30 g.
10. VER PLANO APROBADO DEL EQUIPO.
11. AL SOPORTE DEL EQUIPO SE LE DEBEN DEJAR PERFORACIONES PARA LA CONEXIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.
12. LOS PEDESTALES DE LAS CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS SE SUPONEN 200 mm POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO ACABADO.
13. EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA PUEDE ADOPTAR UNA ALTERNATIVA DE FIJACIÓN DE LA CAJA DE MANDO A LA ESTRUCTURA QUE PERMITA UN ÓPTIMO ANCLAJE.
14. LOS DETALLES DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS SE INDICAN EN EL PLANO IEB–060–09–K004

EJECUTOR: SIEMENS S.A. — DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada — PLANO No: IEB–060–09–K023 — REV: 1 — HOJA: 3 — CONTINUA: 4

Elec Austro — INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR

TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA – ARBOLES DE CARGA DE EQUIPOS DE PATIO DESCARGADOR DE SOBRETENSION Y TRANSFORMADOR DE TENSIÓN

ESCALA: INDICADAS — DIMENSIONES: mm — ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS
FECHA: 09/09/02 — DIBUJO: I.E.P. — FASE: DISEÑO
DISEÑO: S.G.B. — APROBO: J.G.L. — CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K023 — REV: 1 — HOJA: 3 — DE: 6
CONTRATO: C060–09

REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO
1	09/09/02	SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038	J.G.L.
0	09/07/03	EMISIÓN INICIAL	J.G.L.

ARCHIVO: IEB–060–09–K023(1).dwg

(A1) (841 x 594 mm) L 80 R 000

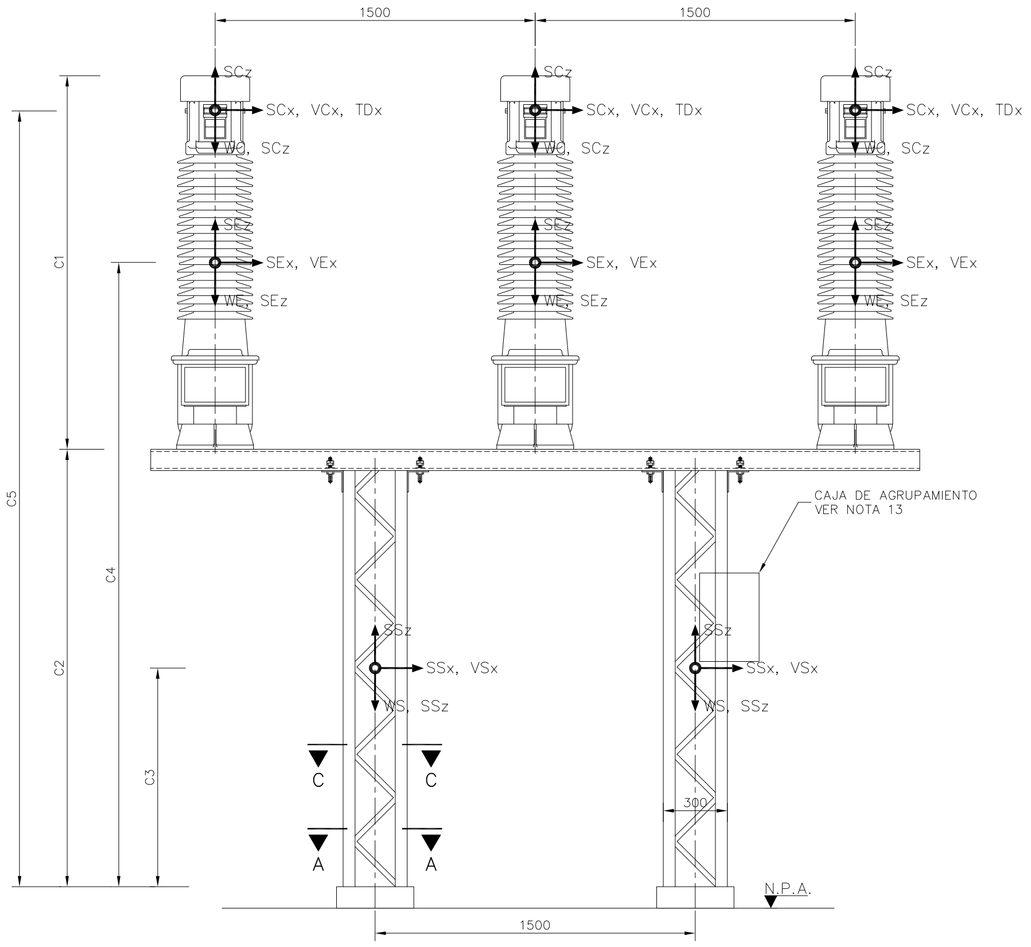
DIMENSIONES Y CARGAS DE SERVICIO PARA EQUIPOS 69 kV (a)

EQUIPOS	DIMENSIONES EN mm					CARGAS DE CONEXIÓN Y PESO PROPIO, Kg (d)							CARGAS SISMICAS, Kg (a)						CARGAS DE VIENTO, Kg			CARGAS DE ACONDICIONAMIENTO, Kg			CANTIDAD DE SOPORTES (c)
													DEBIDAS A EQUIPOS		DEBIDAS A CONDUCTORES		DEBIDAS A SOPORTES		DEBIDAS A EQUIPOS	DEBIDAS A CONDUCT	DEBIDAS A SOPORTES	APERTURA	CIERRE	HORIZONTAL	
	C1	C2	C3	C4	C5	WE	TE	TD	TDV	TEV	WC	WS	SE(x,y)	SE(z)	SC(x,y)	SC(z)	SS(x,y)	SS(z)	VE(x,y)	VC(x)	VS(x,y)	CDA (z)	CDC (z)	FH	
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE JDF-72	1730	1850	925	2720	3420	230.0	6.4	94.8 (8.0)	–	–	0.7	127.0	221.8	±147.9	0.7	±0.5	122.5	±81.7	30.1	1.2	21.3	NA	NA	NA	2

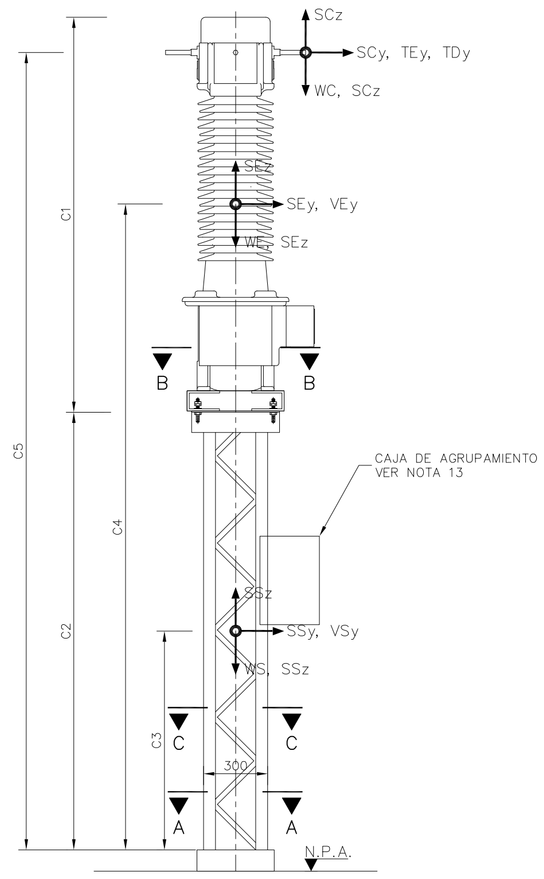
(a) TODAS LAS CARGAS PRESENTADAS SON DE SERVICIO.
(b) CARGAS ENTRE PARÉNTESIS TRANSVERSAL O EN SENTIDO X.
(c) LA ESTRUCTURA DE SOPORTE ESTÁ CONFORMADA POR DOS COLUMNAS Y UNA MESA.

PERNOS DE ANCLAJE

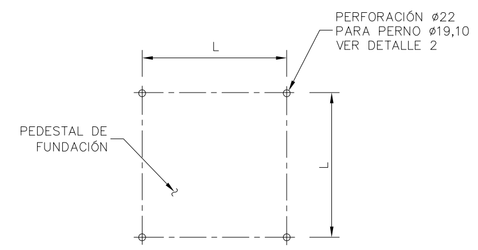
EQUIPO	L	ø	L1	L2	L3	L4	R	CANT
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE JDF-72	400	19,1	600	125	80	80	60	16



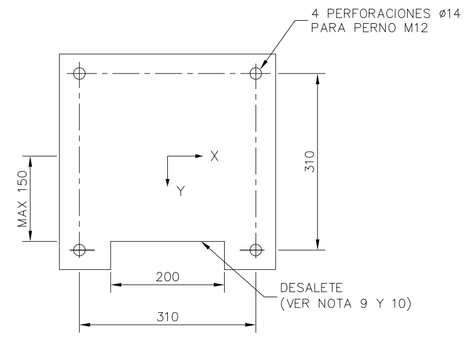
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:20



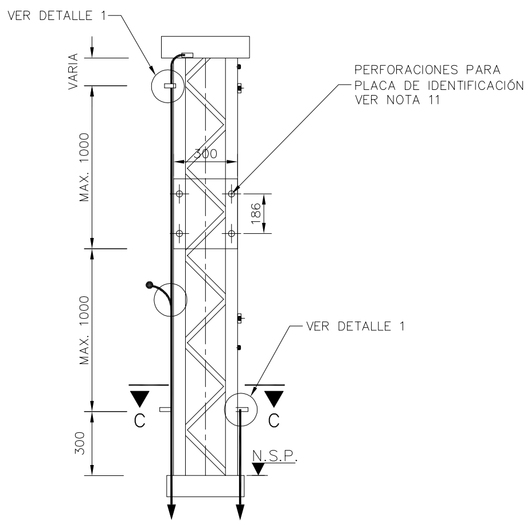
ESTRUCTURA DE SOPORTE TÍPICA
VISTA LATERAL
ESCALA 1:20



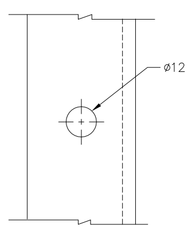
SECCIÓN A–A
PERFORACIONES PARA ANCLAJE
DEL SOPORTE A LAS FUNDACIONES
TÍPICO
SIN ESCALA



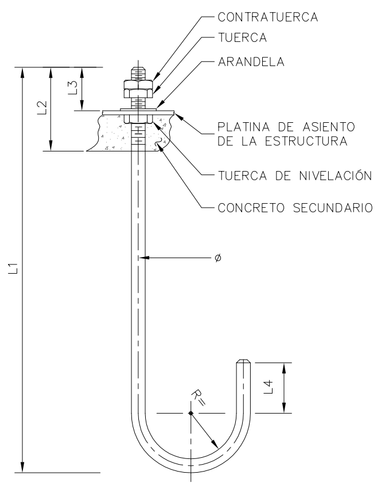
SECCIÓN B–B
PLATINA DE ASIENTO DEL EQUIPO
ESCALA 1:5



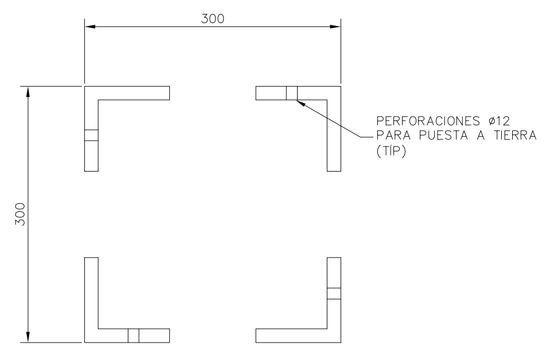
PUESTA A TIERRA DE SOPORTES
DE EQUIPOS
DETALLE TÍPICO
(VER NOTA 14)
ESCALA 1:20



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2
PERNO DE ANCLAJE
ACERO SAE 1020 CALIBRADO
SIN ESCALA



SECCIÓN C–C
ESCALA 1:5

COMBINACIONES DE CARGAS

1. 1,2 W + 1,3 TE + 1,3 V (x,y)
2. 1,2 W + 1,3 TE + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)
3. 1,2 W + 1,1 TD

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

IEB–060–09–D022 GUÍA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS

CONVENCIONES:

⊗	CARGA TRANSVERSAL
↓	CARGA VERTICAL
→	CARGA LONGITUDINAL
—	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACIÓN PARA ANCLAJE
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
WC	PESO PROPIO DE CONDUCTOR.
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR
SC(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VC(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR
TE	TENSIÓN BÁSICA DEL CONDUCTOR
TD	CARGA DE CORTOCIRCUITO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
CDA	CARGA DE APERTURA DEL EQUIPO
CDC	CARGA DE CIERRE DEL EQUIPO
C1	ALTURA DEL EQUIPO
C2	ALTURA DEL SOPORTE
C3	ALTURA DEL CENTROIDE DE LA ESTRUCTURA DESDE EL NIVEL DEL PEDESTAL
C4	ALTURA DEL CENTROIDE DEL EQUIPO DESDE EL NIVEL DE PEDESTAL
C5	ALTURA DE CONEXIÓN EN NIVEL 1
FH	CARGA DINÁMICA HORIZONTAL
TÍP.	TÍPICO
NSP	NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTA
NA	NO APLICA

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO ASTM A–36 Ó A–572, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE DESPUÉS DE SU FABRICACIÓN Y SEGÚN NORMA ASTM A–123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A–394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A–153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y LOS ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. EN LA SECCIÓN A–A SE INDICA LA SEPARACIÓN ENTRE LOS PERNOS DE ANCLAJE PARA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE A LA FUNDACIÓN. SE DEBEN USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN LA NORMA SAE 1020 Y CON GEOMETRÍA SIMILAR A LA INDICADA EN EL DETALLE 1 DE ESTE PLANO.
7. EL DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA SOPORTE DE EQUIPOS DEBE LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL EXTREMO SUPERIOR A UN VALOR DE C2/500 PARA LAS CARGAS DE SERVICIO Y BAJO LAS FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO (SIN REDUCIR). EL COEFICIENTE DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R) PARA EL DISEÑO DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES Y SUS CONEXIONES DEBERÁ SER R= 1,0.
8. LAS CARGAS SÍSMICAS INDICADAS FUERON CALCULADAS CON UNA ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA DEL TERRENO DE 0,30 g.
9. LAS PLATINAS DE ASIENTO DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DEBERÁN LLEVAR UN DESALETE PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE CAJA DE BORNES.
10. VER PLANO APROBADO DEL EQUIPO.
11. AL SOPORTE DEL EQUIPO SE LE DEBEN DEJAR PERFORACIONES PARA LA CONEXIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.
12. LOS PEDESTALES DE LAS CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS SE SUPONEN 200 mm POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO ACABADO.
13. LA CAJA DE AGRUPAMIENTO SE INSTALARA CON TORNILLERIA O PLATINAS SOLDADAS A LA ESTRUCTURA METALICA. SE DEBEN DEJAR PREVISTAS PERFORACIONES PARA SU FIJACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA CAJA.
14. LOS DETALLES DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS SE INDICAN EN EL PLANO IEB–060–09–K004

EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada	PLANO No: IEB–060–09–K023		REV: 1	HOJA: 4 / CONTINUA: 5
Elec Austro		INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR			
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA — ARBOLES DE CARGA PARA EQUIPOS DE PATIO – TRANSFORMADOR DE CORRIENTE					
		ESCALA: INDICADAS	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS	
		FECHA: 09/09/02	DIBUJO: I.E.P.	FASE: DISEÑO	
1 / 09/09/02 / SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038 / J.G.L.		DISEÑO: S.G.B.	APROBO: J.G.L.	CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K023	REV: 1 / HOJA: 4
0 / 09/07/03 / EMISIÓN INICIAL / J.G.L.		CONTRATO: C060–09			DE: 6
REV. / FECHA / MODIFICACION / APROBO					

ARCHIVO: IEB–060–09–K023(1).dwg

(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000

DIMENSIONES Y CARGAS DE SERVICIO PARA EQUIPOS 69 KV (a) (c) (e)

EQUIPOS	DIMENSIONES (mm)					CARGAS DE CONEXIÓN Y PESO PROPIO, Kg (d) (e)					CARGAS SÍSMICAS, Kg (c)						CARGAS DE VIENTO, Kg (c)			CARGAS DE ACCIONAMIENTO, Kg			CANTIDAD DE SOPORTES (b)
											DEBIDAS A EQUIPOS		DEBIDAS A CONDUCTORES		DEBIDAS A SOPORTES		DEBIDAS A EQUIPOS	DEBIDAS A CONDUCTORES	DEBIDAS A SOPORTES	APERTURA	CIERRE	HORIZONTAL	
	C1	C2	C3	C4	C5	WE	TE	TD	WC	WS	SEx,y	SEz	SCx,y	SCz	SSx,y	SSz	VE(x,y)	VC(x)	VS(x,y)	CDA (Z)	CDC (Z)	FH	
SECCIONADOR CON CUCHILLA A PUESTA A TIERRA 72,5 kV	920	2450	1225	2910	3370	423.3	6.4	94.8 (8.0)	0.7	168.2	408.2	±272.1	0.7	±0.5	162.2	±108.2	8.0	1.2	23.5	NA	NA	200.0	1

(a) LOS DATOS DE CARGAS DE EQUIPO ESTÁN DADOS POR POLO Y LOS DE ESTRUCTURA ESTÁN DADOS POR COLUMNA DE SOPORTE.
(b) NÚMERO DE ESTRUCTURAS A INSTALAR EN PATIO DE OCAÑA.
(c) TODAS LAS CARGAS PRESENTADAS SON DE SERVICIO.
(d) CARGA ENTRE PARÉNTESIS, TRANSVERSAL O EN SENTIDO X.
(e) VER NOTA 12

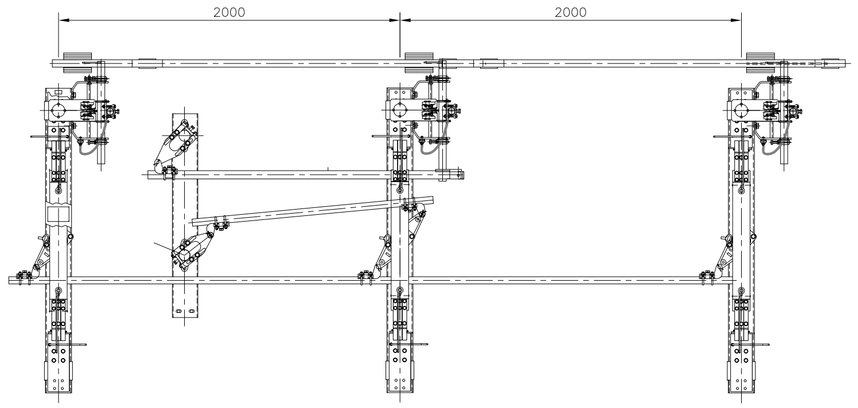
COMBINACIONES DE CARGAS

1. 1,2 W + 1,3 TE + 1,3 V (x,y)
2. 1,2 W + 1,3 TE + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)
3. 1,2 W + 1,1 TD

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

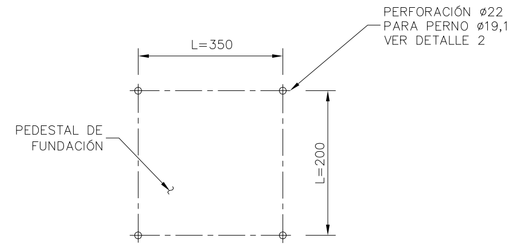
IEB-060-09-D022 GUÍA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS

PERNOS DE ANCLAJE								
EQUIPO	L	ø	L1	L2	L3	L4	R	CANT
SECCIONADOR CON CUCHILLA 72,5 KV	350 200	19,1	600	125	80	80	60	8



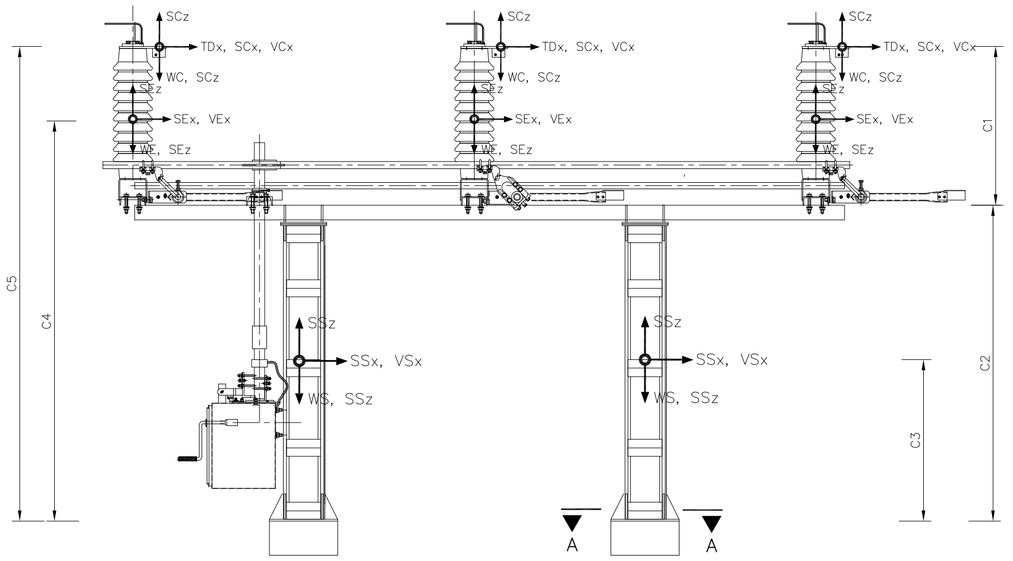
SECCIONADOR CON CUCHILLA 72.5 kV
VISTA EN PLANTA

ESCALA 1:25

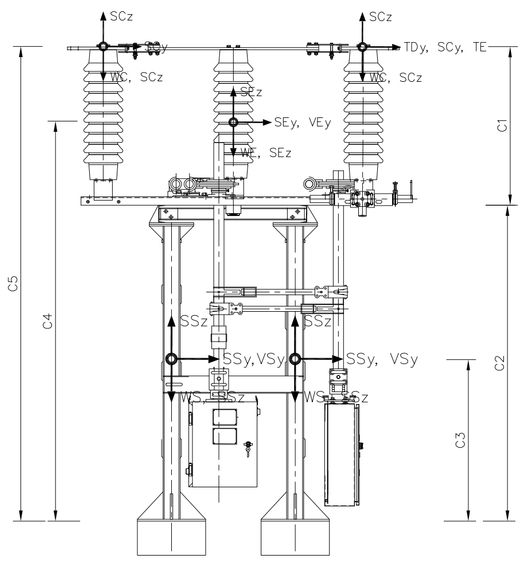


SECCIÓN A–A
PERFORACIONES PARA ANCLAJE DEL SOPORTE DE LAS FUNDACIONES

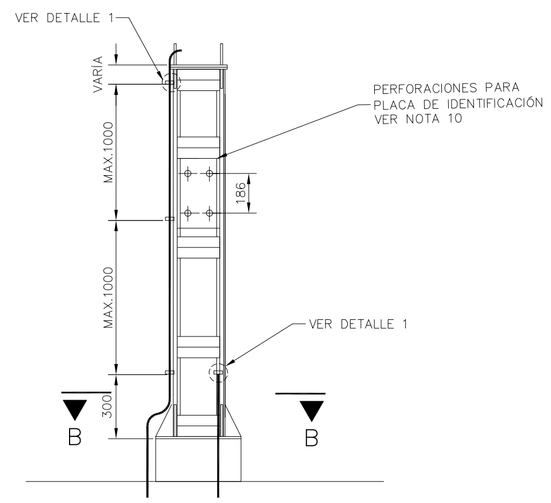
ESCALA 1:50



VISTA FRONTAL
ESCALA 1:25



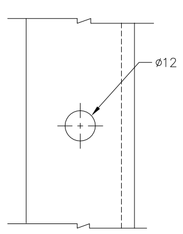
VISTA LATERAL
ESCALA 1:25



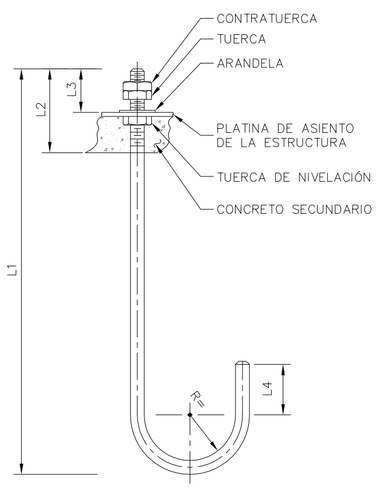
PUESTA A TIERRA DE SOPORTES DE EQUIPOS
DETALLE TÍPICO

(VER NOTA 12)

ESCALA 1:20

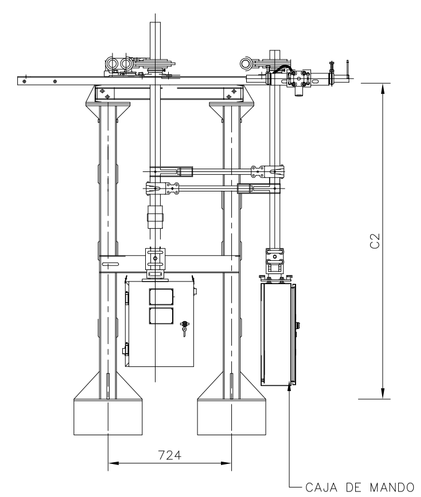


DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2
PERNO DE ANCLAJE
ACERO SAE 1020 CALIBRADO

SIN ESCALA



DETALLE 3
FIJACIÓN DE LA CAJA DE MANDO
A LA ESTRUCTURA

ESCALA 1:25

CONVENCIONES:

↓	CARA VERTICAL
→	CARA LONGITUDINAL
—	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACION PARA ANCLAJE
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
WC	PESO PROPIO DE CONDUCTOR.
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SC(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL CONDUCTOR
SC(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL CONDUCTOR. (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VC(x)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE EL CONDUCTOR.
TE	TENSIÓN BÁSICA DEL CONDUCTOR.
TD	CARGA DE CORTOCIRCUITO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL. (SENTIDO DE LA CONEXIÓN)
CDA CDC	CARGA DE APERTURA DEL EQUIPO CARGA DE CIERRE DEL EQUIPO
C1 C2 C3 C4 C5	ALTURA DEL EQUIPO ALTURA DEL SOPORTE ALTURA DEL CENTROIDE DE LA ESTRUCTURA DESDE EL NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTAL ALTURA DEL CENTROIDE DEL EQUIPO DESDE EL NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTAL ALTURA DE CONEXIÓN
FH	CARGA DINÁMICA HORIZONTAL
TÍP NSP NA	TIPICO NIVEL SUPERIOR DEL PEDESTAL NO APLICA

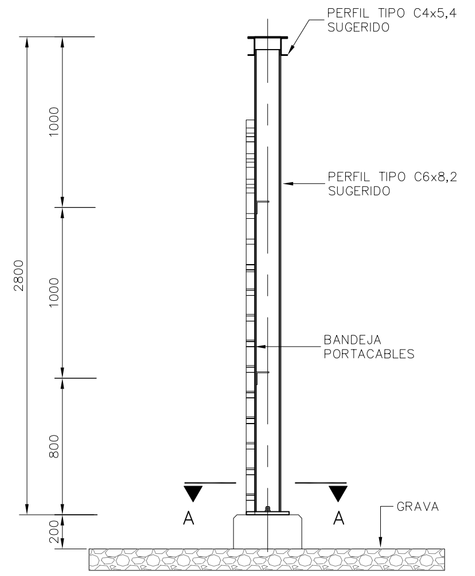
NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO ASTM A-36 Ó A-572, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE DESPUÉS DE SU FABRICACIÓN Y SEGÚN NORMA ASTM A-123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A-394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A-153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y LOS ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. EN LA SECCION A-A SE INDICA LA SEPARACIÓN ENTRE LOS PERNOS DE ANCLAJE PARA LA ESTRUCTURA DE SOPORTE A LA FUNDACIÓN. SE DEBEN USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN LA NORMA SAE 1020 Y CON GEOMETRÍA SIMILAR A LA INDICADA EN EL DETALLE 2 DE ESTE PLANO.
7. DEBERÁN PREVERSE LOS ANCLAJES DE MANDOS DE OPERACIÓN DE CADA EQUIPO.
8. LAS CARGAS SÍSMICAS INDICADAS FUERON CALCULADAS CON UN COEFICIENTE SÍSMICO Sa DE 0,30 g.
9. PARA EL DISEÑO DEFINITIVO VER PLANO APROBADO DEL EQUIPO AINSTALAR
10. AL SOPORTE DEL EQUIPO SE LE DEBEN DEJAR PERFORACIONES PARA LA CONEXIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS CUALES DEBERÁN SER AJUSTADAS SEGÚN LAS DIMENSIONES FINALES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.
11. LOS PEDESTALES DE LAS CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS SE SUPONEN 200 mm POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO ACABADO.
12. LOS DETALLES DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS SE INDICAN EN EL PLANO IEB-060-09-K004

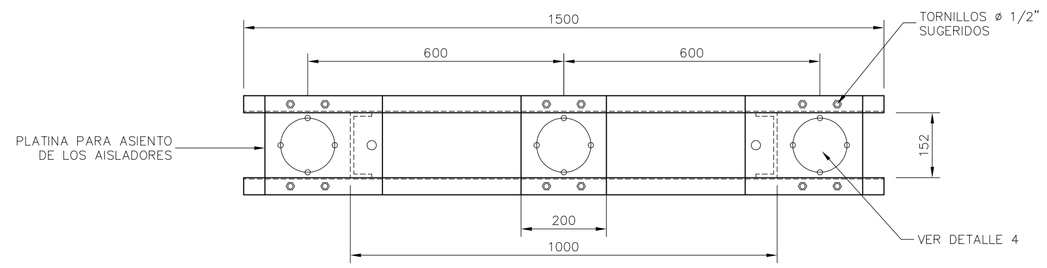
EJECUTOR: SIEMENS S.A.	DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada			PLANO No: IEB-060-09-K023		REV: 1	HOJA: 5 / CONTINUA: 6
Elec Austro				INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR			
TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA ARBOLES DE CARGA PARA EQUIPOS DE PATIO – SECCIONADOR CON CPT 72.5 kV							
				ESCALA: INDICADAS	DIMENSIONES: mm	ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS	
				FECHA: 09/09/02	DIBUJO: I.E.P.	FASE: DISEÑO	
1	09/09/02	SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038	J.G.L.	DISEÑO: S.G.B.	APROBO: J.G.L.	CODIGO SIEMENS: IEB-060-09-K023	REV: 1 / HOJA: 5 / DE: 6
0	09/07/03	EMISIÓN INICIAL	J.G.L.	CONTRATO: C060-09			
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO				

ARCHIVO: IEB-060-09-K023(1).dwg

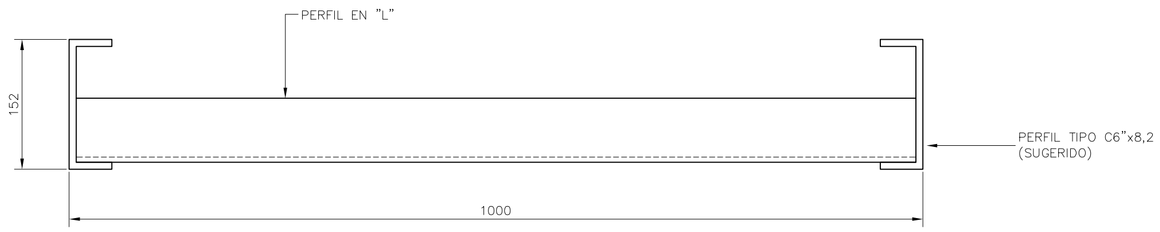
(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000



SOPORTE BANDEJA PORTACABLES
VISTA LATERAL
ESCALA 1:25

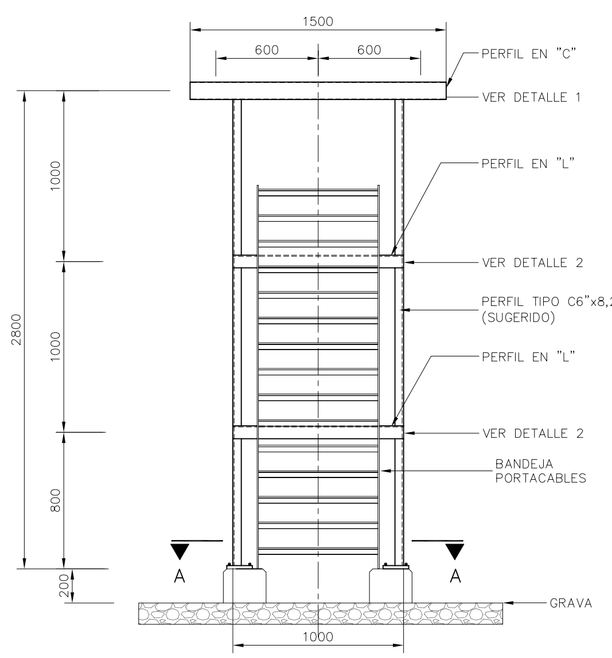


DETALLE 1
VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:10

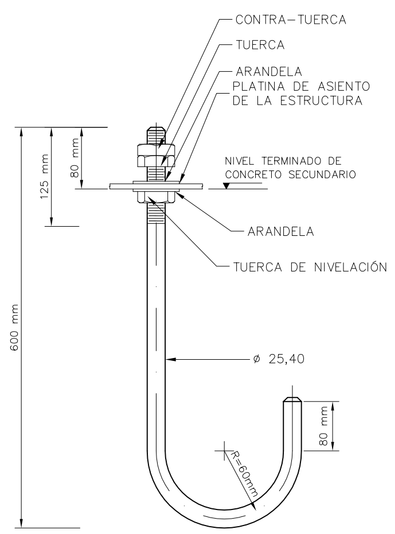


DETALLE 2
VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:5

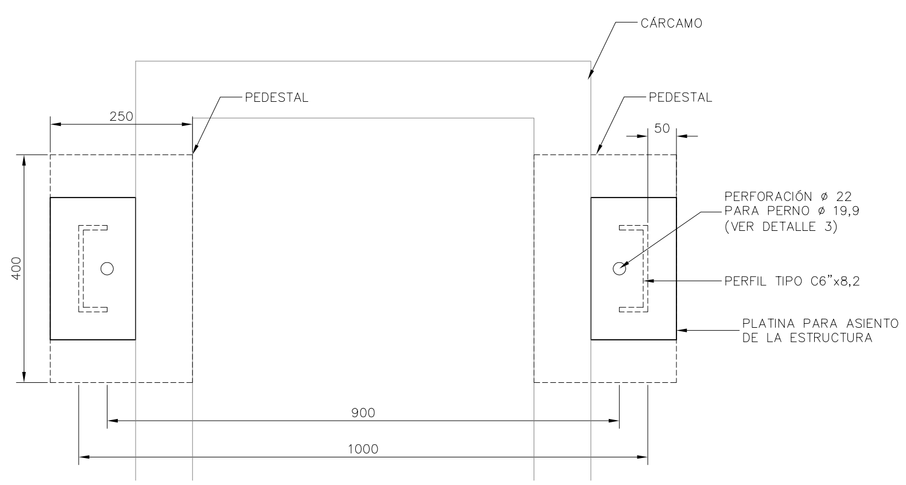
CARGAS DE SERVICIO EN LA ESTRUCTURA (Kg)												
ESTRUCTURA	WB	SB (X,Y)	SB (Z)	VB (X,Y)	WS	SS (X,Y)	SS (Z)	VS (X,Y)	WE	SE (X,Y)	SE (Z)	VE (X,Y)
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES	41.0	39.5	26.4	107.3	85.0	82.0	54.6	81.6	6.4	6.17	4.11	1.72



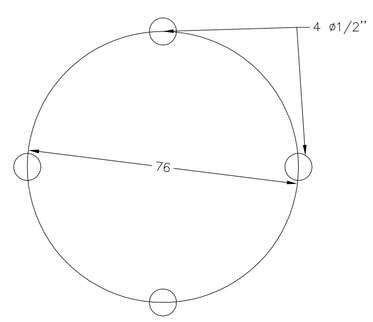
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:25



DETALLE 3
PERNO DE ANCLAJE ø19,1 mm
ACERO SAE 1020
SIN ESCALA



SECCIÓN A–A
ESCALA 1:7,5



DETALLE 4
ANCLAJE DEL AISLADOR
A LA ESTRUCTURA
ESCALA 1:2

COMBINACIONES DE CARGAS

1. 1.5 W
2. 1,2 W + 1,3 V (x,y)
3. 1,2 W + 1,4 S (x,y) ± 1,4 S (z)

CONVENCIONES:

—	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO
⊕	PERFORACIÓN PARA PERNO DE ANCLAJE
WS	PESO PROPIO APROXIMADO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
WB	PESO PROPIO DE LA BANDEJA PORTACABLES
WE	PESO PROPIO DEL EQUIPO
SS(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
SS(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SB(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE LA BANDEJA PORTACABLES
SB(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE LA BANDEJA PORTACABLES (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
SE(x,y)	CARGA SÍSMICA TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
SE(z)	CARGA SÍSMICA VERTICAL SOBRE EL EQUIPO (EN SENTIDO DE LA GRAVEDAD O EN SENTIDO CONTRARIO A ÉSTA)
VE(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL EQUIPO
VS(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL O LONGITUDINAL SOBRE EL SOPORTE
VB(x,y)	CARGA DE VIENTO TRANSVERSAL SOBRE LA BANDEJA PORTACABLES
TÍP.	TÍPICO
NA	NO APLICA
NSP	NIVEL SOBRE PEDESTAL

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. TODOS LOS ELEMENTOS SERÁN DE ACERO ASTM A–36 Ó A–572 SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO CON EXCEPCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE. VER NOTA 6.
3. TODOS LOS ELEMENTOS SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMAS ASTM–123.
4. TODOS LOS TORNILLOS SERÁN EN ACERO ASTM A–394 TIPO CERO, GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A–153.
5. CADA TORNILLO IRÁ PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA, ARANDELA DE PRESIÓN Y ELEMENTOS DE CUÑA NECESARIOS.
6. SE DEBE USAR PERNOS DE ANCLAJE QUE CUMPLAN O SUPEREN LA NORMA SAE–1020.
7. EL DISEÑO DEL SOPORTE DE LOS CABLES DEBE LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO MÁXIMO HORIZONTAL DEL EXTREMO SUPERIOR A UN VALOR DE Hs/200.

EJECUTOR: SIEMENS S.A. — DISEÑO: ieb Ingeniería Especializada — PLANO No: IEB–060–09–K023 — REV: 1 — HOJA: 6 — CONTINUA: –

Elec Austro — INGENIERÍA DE DETALLE PARA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN OCAÑA Y AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN CAÑAR

TITULO: SUBESTACIÓN OCAÑA
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES Y AISLADORES

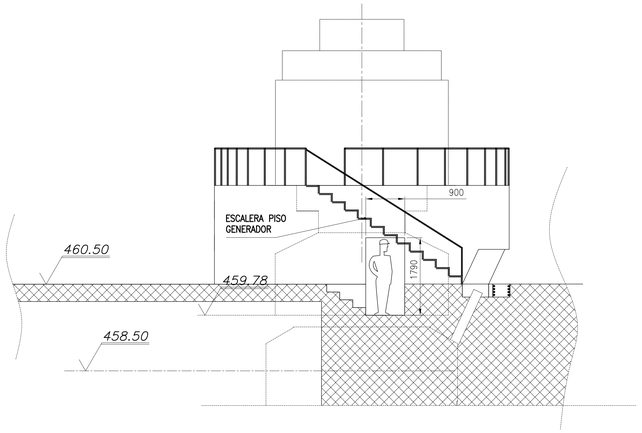
REV.	FECHA	MODIFICACION	APROBO
1	09/09/02	SEGUN LIBRO ORDENES TS.2009.038	J.G.L.
0	09/07/03	EMISIÓN INICIAL	J.G.L.

ESCALA: INDICADAS — DIMENSIONES: mm — ASPECTO TECNICO: ESTRUCTURAS METÁLICAS
FECHA: 09/09/02 — DIBUJO: I.E.P. — FASE: DISEÑO
DISEÑO: S.G.B. — APROBO: J.G.L. — CODIGO SIEMENS: IEB–060–09–K023 — REV: 1 — HOJA: 6 — DE: 6
CONTRATO: C060–09

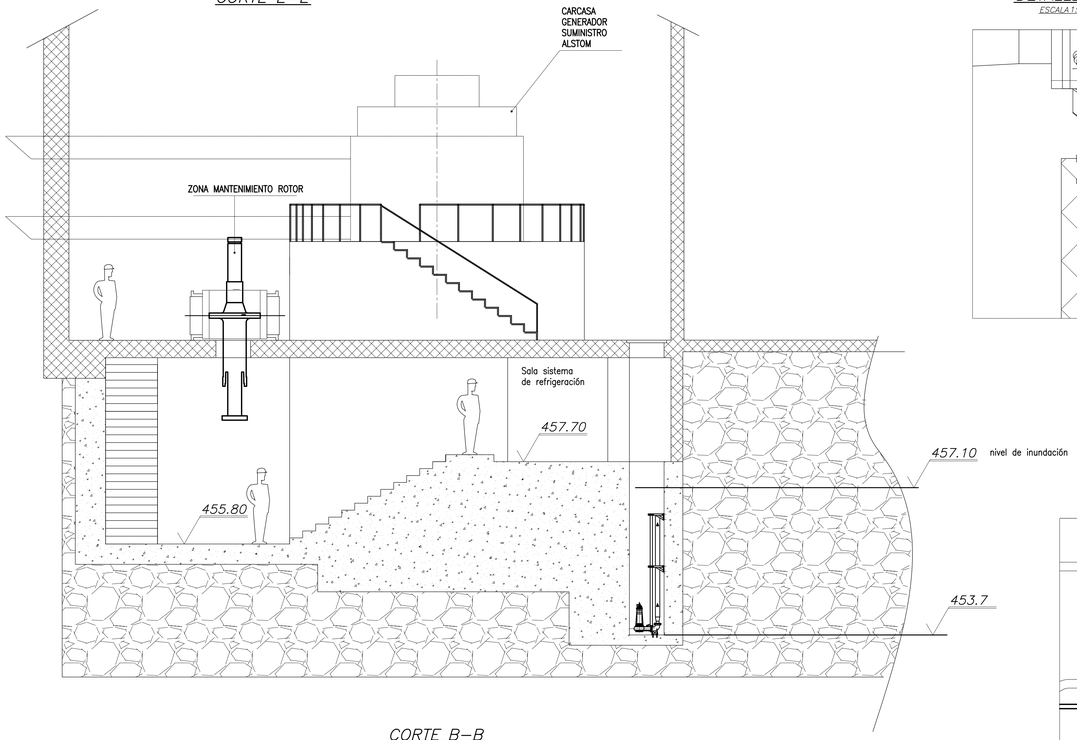
ARCHIVO: IEB–060–09–K023(1).dwg

(A1) (841 x 594 mm)
L 80 R 000

VISTA POR "X"

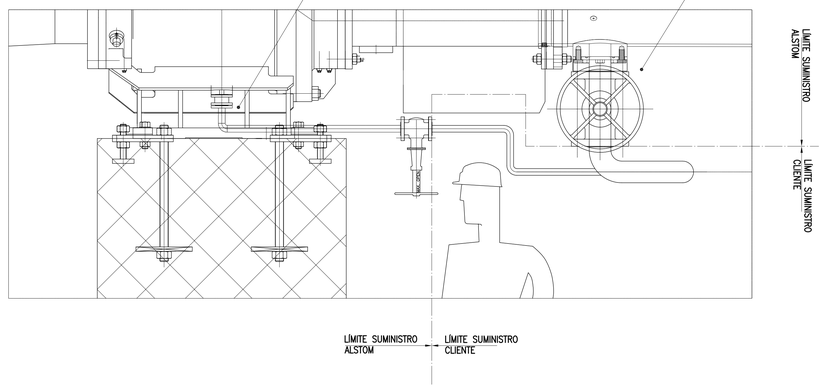


CORTE E–E



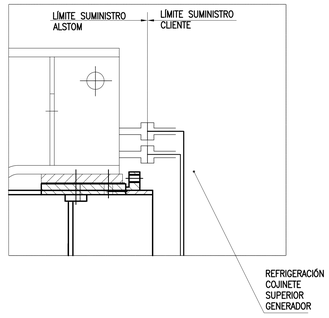
DETALLE 1

ESCALA 1:10



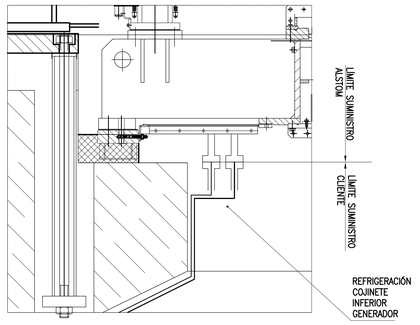
DETALLE 2

ESCALA 1:10

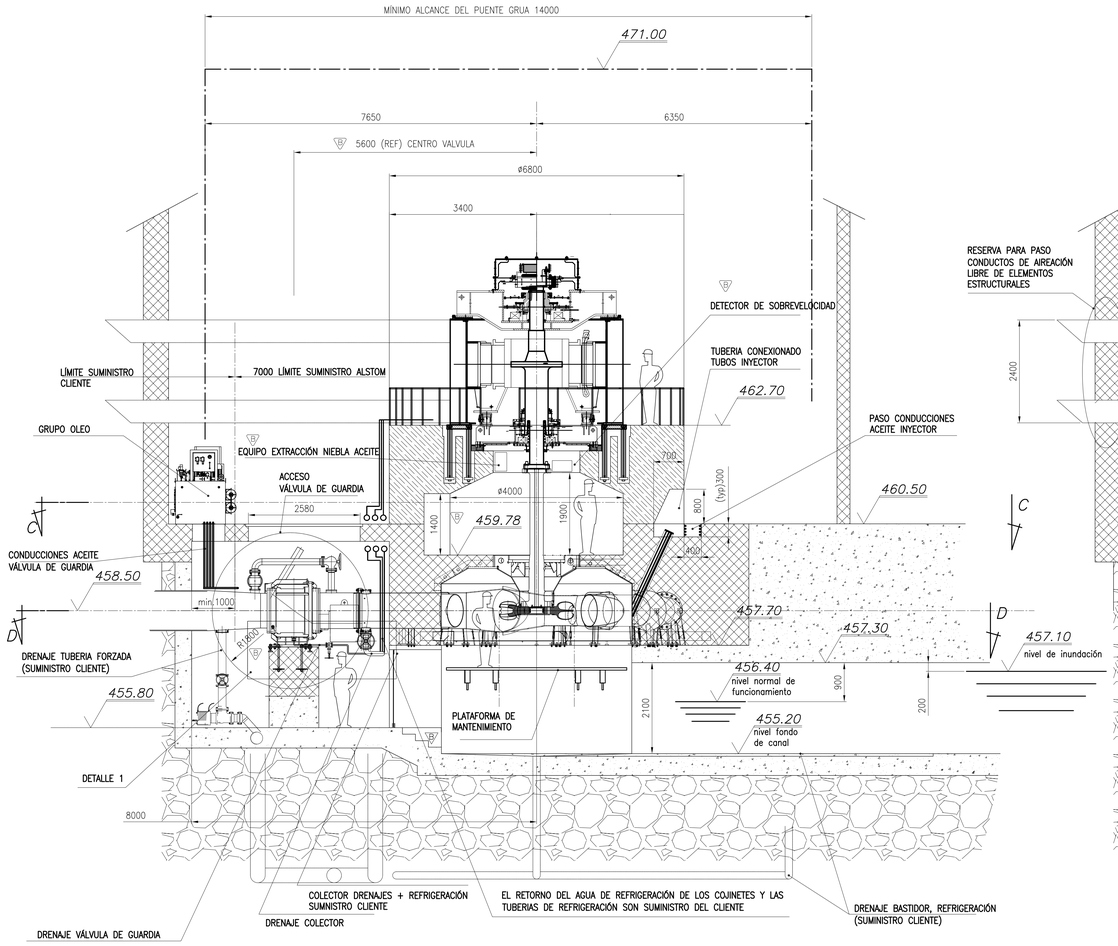


DETALLE 3

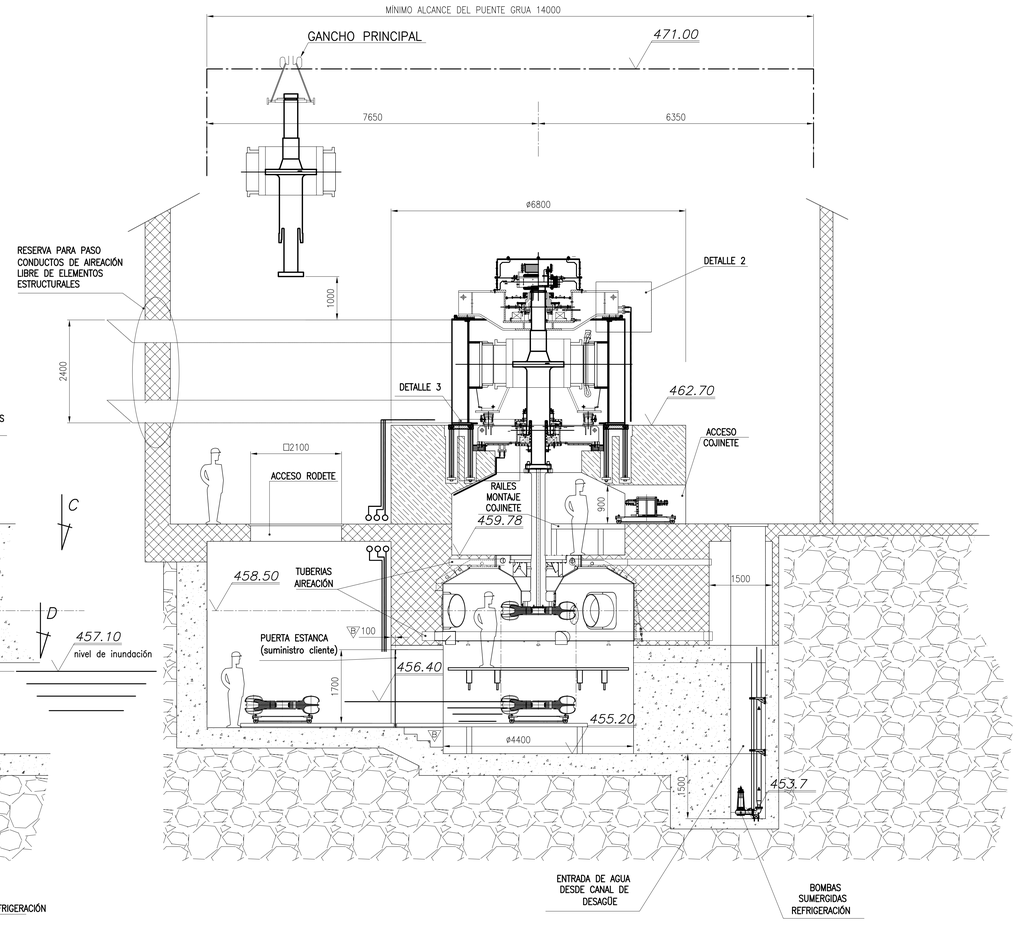
ESCALA 1:10



CORTE A–A



CORTE B–B



ALCANCE MÍNIMO DEL PUENTE GRUA

ATENCIÓN CONSTRUCTOR DE LA OBRA CIVIL:

SALVO INDICACIÓN CONTRARIA:
- LAS CARGAS QUE EN SU CASO SEAN REPRESENTADAS, LO SON EN VALOR ESTÁTICO DEBIENDO SER MAYORIZADAS EN FUNCIÓN DE LAS VIBRACIONES.
- NO SON DE LA RESPONSABILIDAD DE ALSTOM, NI ESTAN PREVISTAS EN SUS PRESTACIONES:
  - LA DETERMINACIÓN DE LOS HIERROS QUE ASEGUREN LA UNIÓN Y CONTINUIDAD DE ESFUERZOS ENTRE LAS DISTINTAS FASES DE HORMIGONADO.
  - LA DEFINICIÓN DE LAS FORMAS DE LA OBRA CIVIL NO ACOTADAS Y QUE PUEDAN FIGURAR A TÍTULO ILUSTRATIVO.
- NO FORMAN PARTE DEL SUMINISTRO DE ALSTOM:
  - LOS HIERROS EMPOTRADOS EN ESPERA PARA ANCLAJE O FIJACIÓN DE PIEZAS.
  - LAS ESCALERAS, BARANDILLAS, ENTRAMADOS, COVERTURAS PARA ACCESOS Y CANALETAS, ETC.
- LAS SUPERFICIES DE UNIÓN ENTRE LAS FASES DE HORMIGONADO DEBERÁN SER CONVENIENTEMENTE REPICADAS DESPUÉS DEL DESENCOFRADO.

CODIGO DE REPRESENTACION GRAFICA

HORMIGÓN 1ª FASE	HORMIGÓN 2ª FASE	HORMIGÓN 3ª FASE
HORMIGÓN DE RELLENO	SUPERFICIE ALISADA	

TOLERANCIAS GENERALES DE EJECUCION DE LA OBRA CIVIL

SOBRE EL HORMIGÓN DE 1ª FASE	SOBRE EL HORMIGÓN DE FASES SIGUIENTES	POSICIONADO DE AGUJEROS REF. A SU EJE GEOMÉTRICO	POSICIONADO DE HIERROS PRE–ANCLADOS	PLANEIDAD DE SUPERFICIES ALISADAS
±30 mm.	±10 mm.	±10 mm.	±10 mm.	−0 −2 mm.

LAS COTAS DE ALTITUD ESTÁN INDICADAS EN METROS, LAS OTRAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MILIMETROS

1 ALTURAS INDICADAS EN METROS, RESTO DE DIMENSIONES EN MILIMETROS

2 LA CAPACIDAD DE ELEVACIÓN DEL PUENTE GRUA DEBE SER DEFINIDA POR EL CLIENTE DE ACUERDO CON EL PESO DEL ROTOR DEL GENERADOR

3 ESTE DIBUJO ES SOLO VÁLIDO COMO PROPUESTA DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS, LAS DIMENSIONES DE DETALLE NO PUEDEN SER TOMADAS DE ESTE PLANO, DEBEN SER TOMADAS DESDE SU RESPECTIVO PLANO DE DETALLE
ESTE LAYOUT PUEDE NO CONTENER NI TODOS LOS DETALLES NI LAS DIMENSIONES

4 LA SECCIÓN DEL GENERADOR MOSTRADA EN EL CORTE A–A Y B–B ES SOLO PARA ILUSTRACIÓN, NO PUEDE SER TOMADO COMO REFERENCIA DE LA SECCIÓN REAL, VER LOS PLANOS DEL GENERADOR PARA LA INFORMACIÓN DE REFERENCIA.

5 LOS CONEXIONADOS ELÉCTRICOS Y OLEOHIDRAULICOS ENTRE EQUIPOS SERÁN SUMINISTRADOS POR ALSTOM EXCEPTUANDO EL DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LOS COJINETES

N° NOTES

REV.	FECHA	MODIFICACION	ESTABLECIDO Nombre	ESTABLECIDO Firma	VERIFICADO Nombre	VERIFICADO Firma	VISADO Nombre	VISADO Firma
B	19.10.09	AÑADIDO ESCALONES EN CORTE A–A (B–2) Y B–B (F2)	C.E.		F.RODRI.		A.FDEZ.	
A	20.08.09	EMISION ORIGINAL	O.R.		F.R.		A.FDEZ.	

Escalas: 1:50

P.A. por O.E. 2

ALSTOM

ASUNTO: OCAÑA

SUMINISTRO: 2 TURBINAS PELTON VERTICALES

C.P.: IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS

DESIGNACION: SECCIÓN LONGITUDINAL

CODIGO INTERNO DE PLANO: 15260–00–G01–06

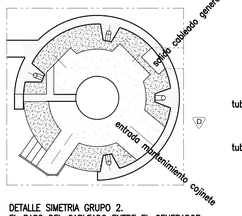
PLANO N.: HEIOCA20MEALC00006

REV.: B

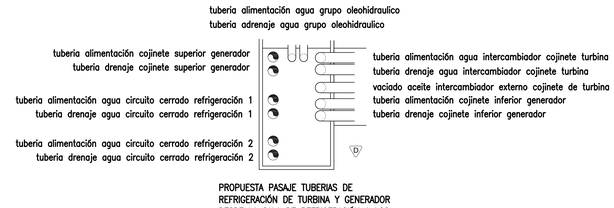
HOJA N. / N. DE H.: 1 / 1

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ALSTOM Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO NI COMUNICADO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACIÓN

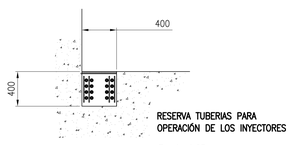
Formato A.0. 1189 x 841



DETALLE SIMETRIA GRUPO 2.
EL PASO DEL CABLEADO ENTRE EL GENERADOR Y LOS ARMARIOS DE LINEA SE REALIZA POR EL LATERAL DE LAS FUNDACIONES DEL GENERADOR Y POR DEBAJO DEL PASO DE LAS TUBERIAS DE MANIOBRA DE LOS INYECTORES (NO SUMINISTRO ALSTOM)

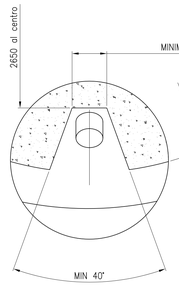


PROPUESTA PASAJE TUBERIAS DE REFRIGERACIÓN DE TURBINA Y GENERADOR DESDE LA SALA DE REFRIGERACIÓN A LOS EQUIPOS. NO SUMINISTRADO POR ALSTOM



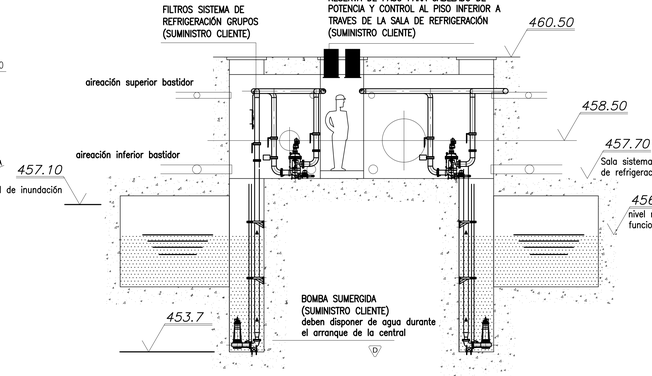
RESERVA TUBERIAS PARA OPERACIÓN DE LOS INYECTORES

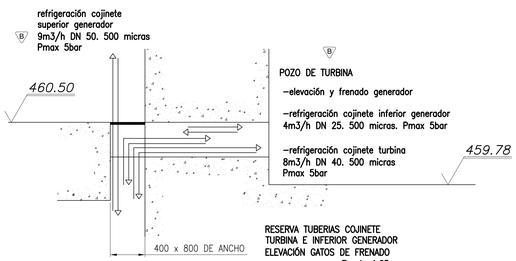
Escala 1:25



RESERVA TUBERIAS PARA OPERACIÓN DE LOS INYECTORES

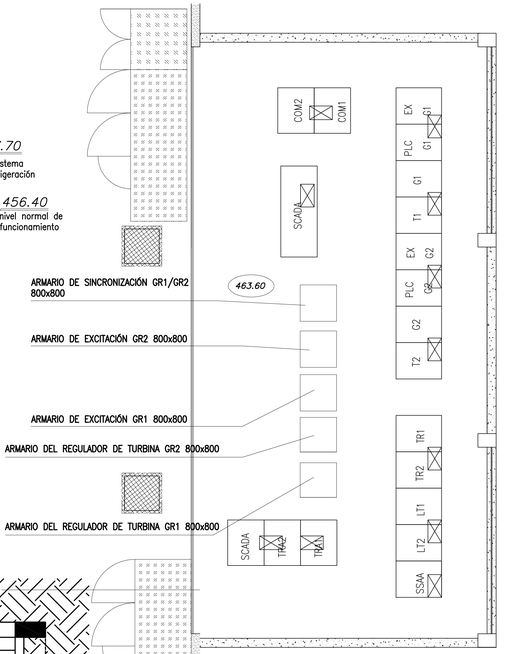
Escala 1:25



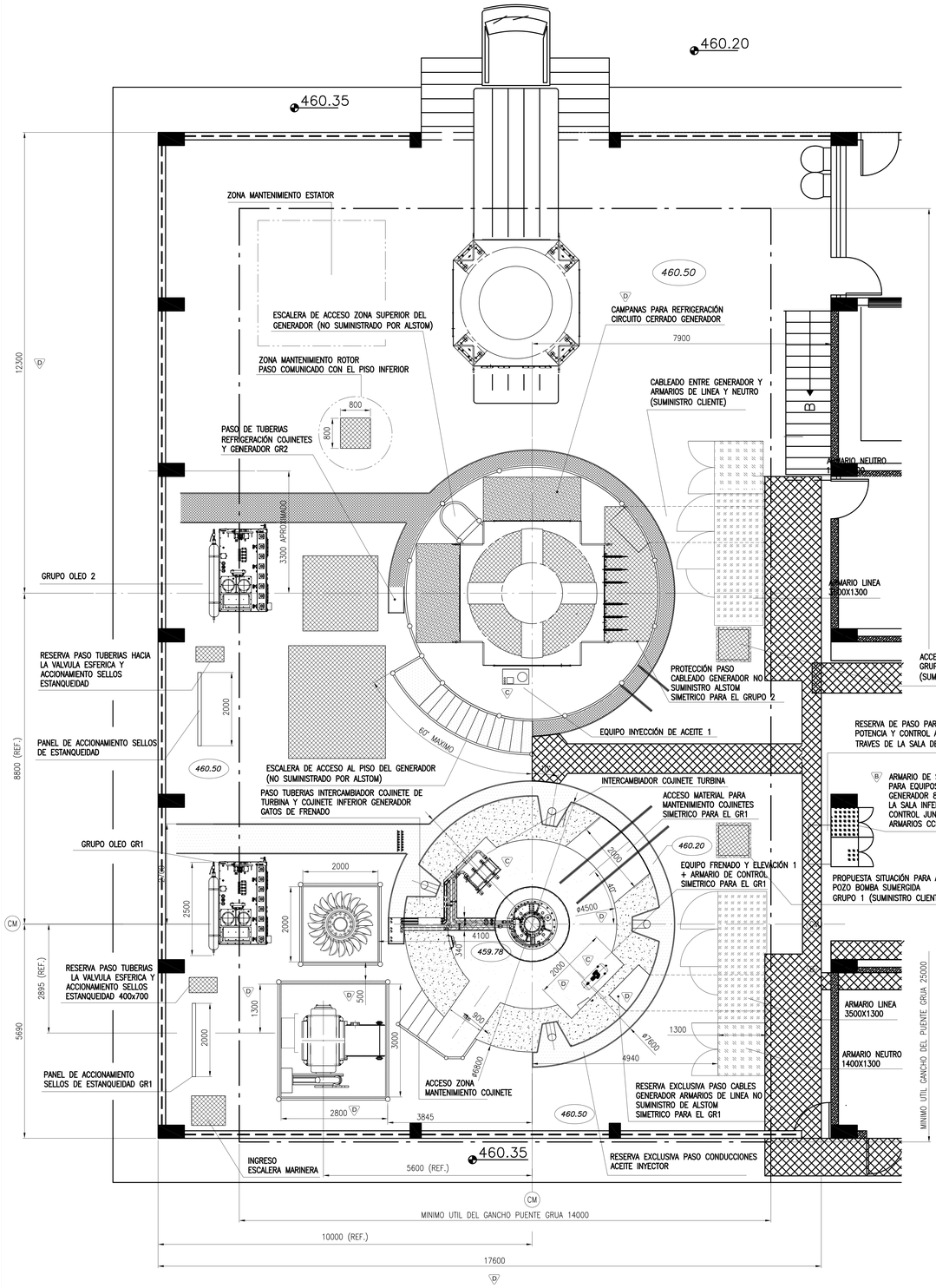


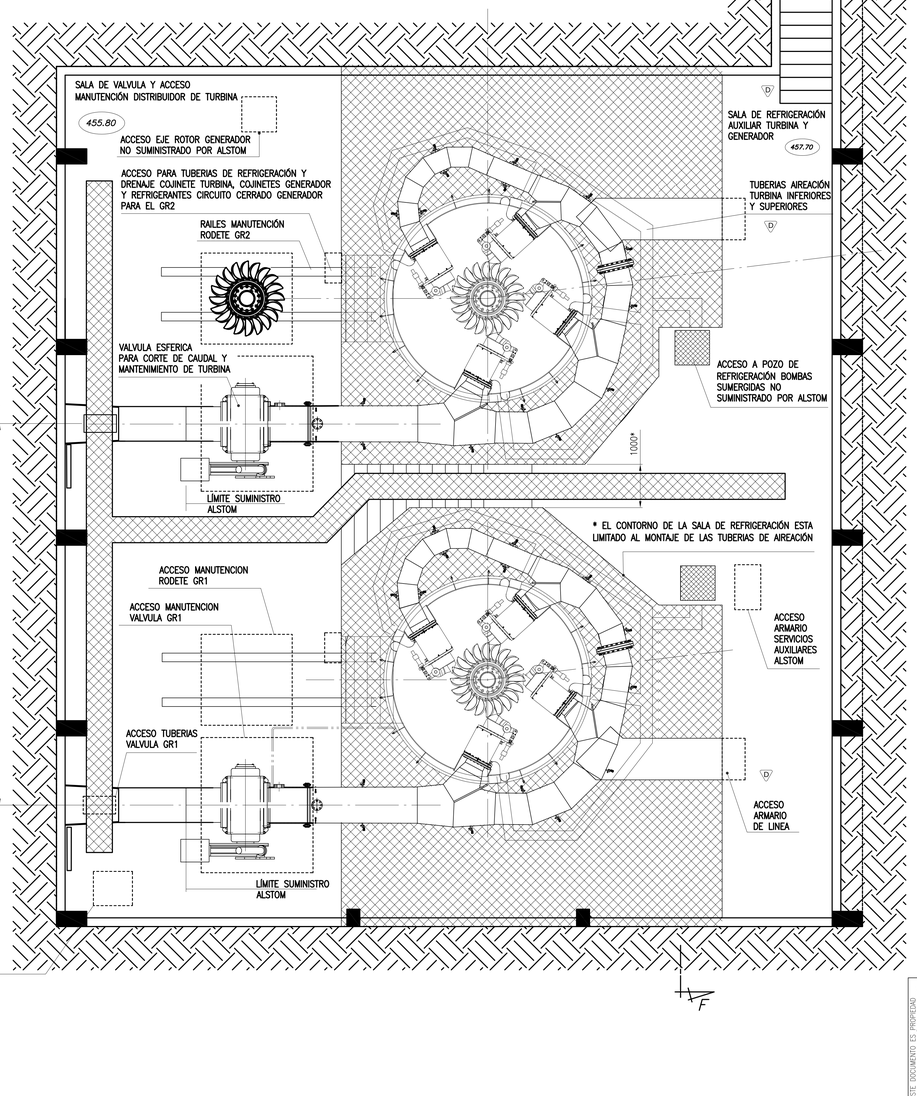
RESERVA TUBERIAS COJINETE TURBINA E INFERIOR GENERADOR ELEVACIÓN GATOS DE FRENADO

Escala 1:25



DETALLE DE LA SALA DE CONTROL





ALCANCE MÍNIMO DEL PUENTE GRUA

ATENCIÓN CONSTRUCTOR DE LA OBRA CIVIL:

SALVO INDICACIÓN CONTRARIA:
- LAS CARGAS QUE EN SU CASO SEAN REPRESENTADAS, LO SON EN VALOR ESTÁTICO DEBIENDO SER MAYORIZADAS EN FUNCIÓN DE LAS VIBRACIONES.
- NO SON DE LA RESPONSABILIDAD DE ALSTOM, NI ESTAN PREVISTAS EN SUS PRESTACIONES:
  - LA DETERMINACIÓN DE LOS HIERROS QUE ASEGUREN LA UNIÓN Y CONTINUIDAD DE ESFUERZOS ENTRE LAS DISTINTAS FASES DE HORMIGONADO.
  - LA DEFINICIÓN DE LAS FORMAS DE LA OBRA CIVIL NO ACOTADAS Y QUE PUEDAN FIGURAR A TÍTULO ILUSTRATIVO.
- NO FORMAN PARTE DEL SUMINISTRO DE ALSTOM:
  - LOS HIERROS EMPOTRADOS EN ESPERA PARA ANCLAJE O FIJACIÓN DE PIEZAS.
  - LAS ESCALERAS, BARANDILLAS, ENTRAMADOS, COVERTURAS PARA ACCESOS Y CANALETAS, ETC.
- LAS SUPERFICIES DE UNIÓN ENTRE LAS FASES DE HORMIGONADO DEBERÁN SER CONVENIENTEMENTE REPICADAS DESPUÉS DEL DESENCOFRADO.

CODIGO DE REPRESENTACION GRAFICA

HORMIGÓN 1ª FASE | HORMIGÓN 2ª FASE | HORMIGÓN 3ª FASE | HORMIGÓN DE RELLENO | SUPERFICIE ALISADA

TOLERANCIAS GENERALES DE EJECUCION DE LA OBRA CIVIL

SOBRE EL HORMIGÓN DE 1ª FASE	SOBRE EL HORMIGÓN DE FASES SIGUIENTES	POSICIONADO DE AGUJEROS REF. A SU EJE GEOMÉTRICO	POSICIONADO DE HIERROS PRE–ANCLADOS	PLANEIDAD DE SUPERFICIES ALISADAS
±30 mm.	±10 mm.	±10 mm.	±10 mm.	–0 –2 mm.

LAS COTAS DE ALTITUD ESTAN INDICADAS EN METROS, LAS OTRAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MILIMETROS

1. ALTURAS INDICADAS EN METROS, RESTO DE DIMENSIONES EN MILIMETROS
2. LA CAPACIDAD DE ELEVACIÓN DEL PUENTE GRUA DEBE SER DEFINIDA POR EL CLIENTE DE ACUERDO CON EL PESO DEL ROTOR DEL GENERADOR
3. ESTE DIBUJO ES SOLO VÁLIDO COMO PROPUESTA DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS, LAS DIMENSIONES DE DETALLE NO PUEDEN SER TOMADAS DE ESTE PLANO, DEBEN SER TOMADAS DESDE SU RESPECTIVO PLANO DE DETALLE
   ESTE LAYOUT PUEDE NO CONTENER NI TODOS LOS DETALLES NI LAS DIMENSIONES
4. LA SECCIÓN DEL GENERADOR MOSTRADA EN EL CORTE A–A Y B–B ES SOLO PARA ILUSTRACIÓN, NO PUEDE SER TOMADO COMO REFERENCIA DE LA SECCIÓN REAL, VER LOS PLANOS DEL GENERADOR PARA LA INFORMACIÓN DE REFERENCIA.
5. LOS CONEXIONADOS ELÉCTRICOS Y OLEOHIDRAULICOS ENTRE EQUIPOS SERÁN SUMINISTRADOS POR ALSTOM EXCEPTUANDO EL DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LOS COJINETES DRENAJE Y LA CONEXIÓN DE SALIDA DEL GENERADOR. LA UBICACIÓN DE LOS ARMARIOS Y EQUIPOS AUXILIARES ES APROXIMADA SIENDO EL CLIENTE EL RESPONSABLE DE LA UBICACIÓN EXACTA Y LOS ENLACES ENTRE ELLOS, PASAMUROS, CANALES,...

NOTES

REV.	FECHA	MODIFICACION	ESTABLECIDO Nombre	Firma	VERIFICADO Nombre	Firma	VISADO Nombre	Firma
D	23.11.09	AMPLIACIÓN FOSO TUR Y DIMENSIONES CENTRAL	francesc		F.RODRI		A.FDEZ	
C	19.10.09	Hoja plano y disposición equipo elevación–inyección	francesc		RODRI		A.FDEZ	
B	14.10.09	MOD. SEGÚN EQUIPOS GENERADOR	F.R.		F.RODRI.		A.FDEZ.	
A	20.08.09	EMISION ORIGINAL	O.R.		F.R.		A.FDEZ.	

ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD DE ALSTOM Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO NI COMUNICADO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ALSTOM

Escalas: 1:50 | P.A. por O.E. 2

ALSTOM

ASUNTO	OCAÑA
SUMINISTRO	2 TURBINAS PELTON VERTICALES
C.P.	IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS
DESIGNACION	SECCIÓN TRANSVERSAL

CODIGO INTERNO DE PLANO: 15260–00–G01–05

PLANO N.: HE1OCA20MEALC00005 | REV. D | HOJA N. 1 | N. DE H. 1

Formato A0 1189 x 841