



NORMAS DE PROYECTO PARA SISTEMAS DE CONTROL

ESPECIFICACIÓN N° 80-0423

SECCIÓN A	4
INTRODUCCIÓN	4
A.1 ALCANCE	4
A.2 PROPÓSITO	4
A.3 APLICACIONES	4
SECCIÓN B	5
CRITERIOS DE DISEÑO	5
B.1 CANALIZACIONES Y CABLES	5
B.1.1 TRAMOS Y DUCTOS	5
B.1.2 SECCIONES TÍPICAS DE CONDUCTORES	8
B.1.3 COLORES DE CONDUCTORES	8
B.1.4 NUMERACIÓN DE CONDUCTORES	9
B.2 TABLEROS Y GABINETES DE CONTROL	9
B.2.1 CRITERIOS PARA USO DE TABLEROS O GABINETES	9
B.2.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS TABLEROS Y GABINETES DE CONTROL	10
B.2.3 LETREROS DE IDENTIFICACIÓN EN TABLERO DE CONTROL	10
B.3 CONTROL, SEÑALIZACIÓN Y MEDIDA	12
B.3.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA	12
B.3.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA	14
B.3.3 ALARMAS	15
B.3.4 MEDICIÓN	19
B.3.5 ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN	20
B.3.6 ALIMENTADORES DE ALTA TENSIÓN	20
B.3.7 PAÑOS DE TRANSFORMACIÓN	21
B.3.8 MODULOS DE PRUEBAS	21
B.3.9 SELECTOR DE OPERACIÓN VIRTUAL LOCAL/CONSOLA/REMOTO	21
B.3.10 REGLETAS DE INTERCONEXIÓN	22
B.4 SCADA	23
B.4.1 SISTEMA DE VIGILANCIA PERIMETRAL	23
B.4.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	24
SECCIÓN C	25
DESARROLLO DE PLANOS	25
C.1 NORMAS DE DIBUJO	25
C.2 PLANOS	25
C.2.1 DIAGRAMA UNILINEAL	25
C.2.2 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CORRIENTE ALTERNA	28
C.2.3 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CORRIENTE CONTINUA	29
C.2.4 DIAGRAMA ELEMENTAL DE SERVICIOS AUXILIARES C.A. Y C.C.	30
C.2.5 DIAGRAMA DE ALAMBRADO DE TABLERO DE CONTROL	30
C.2.6 DIAGRAMA DE ALAMBRADO REMOTO	35



C.2.7	DOCUMENTO LISTADO DE PLANOS.....	36
C.2.8	DOCUMENTO LISTADO DE LETREROS EN TABLERO DE CONTROL.....	36
C.2.9	DOCUMENTO LISTADO DE ELEMENTOS EN TABLERO DE CONTROL.....	36
C.2.10	DOCUMENTO LISTADO DE ENTRADAS/SALIDAS SCADA	36
SECCIÓN D	37
ANEXOS	37



SECCIÓN A

INTRODUCCIÓN

A.1 ALCANCE

El presente documento describe las normas y criterios de diseño utilizados por CGE tanto en el desarrollo de la ingeniería asociada al control, protecciones y medida de los distintos equipos, como en la ejecución del proyecto.

A.2 PROPÓSITO

El propósito de este estándar es definir, difundir y aplicar criterios que sean de utilidad para las siguientes etapas de ejecución de los proyectos de control:

1. Ingeniería Básica.
2. Suministros.
3. Ingeniería de Detalles.
4. Montaje.

A.3 APLICACIONES

Pese a que todos los proyectos están sujetos a consideraciones particulares, las que tienen que ser discutidas y aplicadas tomando en cuenta las circunstancias de cada obra, existen lineamientos y criterios tales como: filosofía de control, esquemas de protecciones, tecnologías a utilizar y montaje de equipos, que son comunes y aplicables a todos los proyectos asociados a subestaciones de poder y que en un rango amplio son rescatadas en este documento.

SECCIÓN B

CRITERIOS DE DISEÑO

B.1 CANALIZACIONES Y CABLES

B.1.1 TRAMOS Y DUCTOS

En este punto se exponen los criterios empleados en los proyectos de CGE para, asignar la numeración a los tramos y ductos, materiales a utilizar, sección útil e instalación:

- a) Se define como tramo el tendido de uno o más ductos entre dos cámaras, entre una cámara y un equipo, o entre éstos y canaletas. Los tramos se representarán con una letra T, y su numeración deberá ser ascendente partiendo desde la numeración T01 en la casa de comando, más específicamente, desde la cámara A1 y siguiendo en forma correlativa y ascendente por la troncal (trayectoria más larga e importante en cuanto a cantidad de ductos), hasta el punto de destino de esa canalización. Luego, deberán ser enumeradas las derivaciones partiendo desde la casa de comando hasta el término de la troncal, tomando en consideración lo indicado para la troncal.
- b) Se podrá utilizar, como máximo, hasta un 35 % de la superficie total de un ducto, teniendo presente que la mayor cantidad de cables es una condición más desfavorable que una escasa cantidad de conductores, para la misma superficie utilizada en un ducto.
- c) Se han desarrollado disposiciones típicas de ductos, no obstante, en el caso de ser requerida una disposición diferente, ésta deberá diseñarse considerando que los ductos de mayor sección se instalarán en forma horizontal y por debajo de los ductos de menor sección.

Secciones típicas de tramos y detalles de instalación se encuentran en Anexo I, plano N° 6278-X, hojas 1 y 2.

Los ductos serán identificados con una letra D precedida por el número asignado al tramo correspondiente, un separador “/”, y un subíndice definido por la numeración correlativa asociada a la cantidad de ductos que posea el tramo, es decir:

N° Tramo/k (k = 1, 2, 3, ...)

Ej. D102/3 representa el ducto 3 del tramo 102.

El número correlativo “k” será asignado en forma ascendente de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba, viendo la sección del tramo desde su origen hacia el destino del mismo.

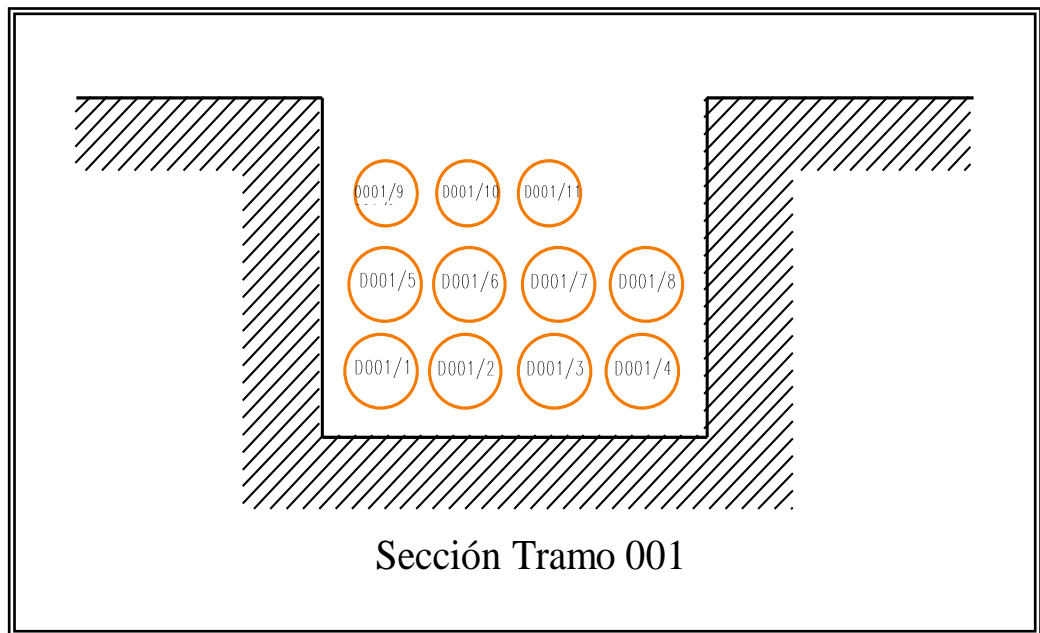


Fig. N° 1. Disposición y numeración de ductos.

Serán utilizados ductos de PVC, en sus distintos diámetros, para realizar canalizaciones entre cámaras, en cambio, para los tramos comprendidos entre equipos y cámaras se utilizarán ductos de acero galvanizado en caliente según norma ANSI C80-1.

Para la canalización de cables de media tensión existirán dos criterios:

- Un ducto de PVC por fase canalizada (generalmente de uso subterráneo), más un ducto de reserva.
- Un ducto de acero galvanizado para la canalización de las tres fases (preferentemente en zonas expuestas a la intemperie o zonas con riesgo de daño mecánico), también con un ducto de reserva.

Las cámaras se denominarán de acuerdo a una letra mayúscula y a un número correlativo. La letra está directamente relacionada con el tamaño de la cámara prefabricada, definiéndose como:



1. Cámara prefabricada de hormigón tipo A ϕ 800 mm, o cámara de albañilería adosada generalmente a casa de control (sala de comandos).
2. Cámara prefabricada de hormigón tipo B ϕ 500 mm.
3. Cámara prefabricada de hormigón tipo C ϕ 300 mm.
4. Cámaras de albañilería de distintos tamaños y características.

Estas cámaras se encuentran representadas en los planos N° 5590-P, 6278-X (hojas 1 y 2) y 6803-T, los cuales se encuentran en el Anexo I.

- d) Para definir la canalización y el tendido de conductores en patio, se deberán desarrollar los siguientes planos:

1. Canalización - Disposición General.

Representa el tendido general de todos los ductos subterráneos y cámaras, indicando la característica de ellas (Fe o PVC), sus diámetros, cantidades y secciones. Como referencia, ver plano 8839-A, S/E San Francisco de M.

2. Tramos y Ductos - Disposición General.

Toma como base el plano Canalización - Disposición General, pero en él sólo se especifica la numeración de cada uno de los tramos conforme al procedimiento descrito en el punto B1.1 letra a). Si la cantidad de tramos es relativamente pequeña, se recomienda que, en la misma hoja se incluya la tabla de llenado de ductos donde se identifican los ductos que considera cada tramo, y la cantidad de cables que llevará cada ducto conforme a la normativa indicada en el punto B1.1 letras b) y c), respectivamente. Además, en la columna correspondiente deberá indicarse la longitud en “mts” de cada tramo. Si se trata de una cantidad apreciable de ductos y cables, deberá destinarse una hoja exclusiva para esta tabla y con el mismo número de plano, es decir, Hoja 1 Tramos y Ductos - Disposición General, Hoja 2 Tramos y Ductos - Tabla de Llenado de Ductos.

3. Lista General de Cables.

En este listado se numerarán en forma correlativa todos los cables de Media Tensión, Fuerza y Control que estén involucrados en el Proyecto Eléctrico de la subestación, conforme a lo establecido en el punto B.1.4. descrito más adelante. Conjuntamente con lo anterior se deberá indicar el origen y destino de cada cable (DESDE/HASTA), su recorrido (deben señalarse todas las cámaras, ductos y canaletas que recorre en su trayecto), el propósito (cuál es su función), su largo en “mts”, su calibre en AWG o mm². Este documento deberá ser desarrollado en una planilla



electrónica, de preferencia EXCEL. En el anexo I del presente documento se incluye un ejemplo del formato utilizado para esta lista.

B.1.2 SECCIONES TÍPICAS DE CONDUCTORES

Para el alambrado remoto de equipos y tableros existen calibres típicos de conductores, los cuales se presentan en el cuadro siguiente:

Utilización	N° Conductores y Sección
Transformador de SS/AA	4 x 4 AWG
Transformador de Potencial	4 x 10 AWG
Transformador de Corriente	4 x 10 AWG ó 4 x 8 AWG
Circuitos de fuerza 3Ø (ventiladores)	4 x 10 AWG
Circuitos de Alumbrado de patios	2 x 12 AWG
Circuitos de control, señalización, alarma	n x 12 AWG, n= 2, 3, 5, 7 ó 9 conductores
Alambrado de tableros de control	1 x 14 AWG

Tabla N° 1. Calibres típicos de conductores para alambrado.

Las características de los distintos cables utilizados, tal como el tipo de aislación, se encuentran en las Especificaciones Técnicas CGE N° 29.

B.1.3 COLORES DE CONDUCTORES

Los colores que identificarán a cada conductor de un cable de fuerza y control, se encuentran definidos por las Especificaciones N° 29, mencionadas en el punto anterior. El uso que se le dará a cada conductor, dependiendo de su color y del circuito a que pertenezcan, se define a continuación:

a) Transformadores de Medida:

Transformadores de Corriente:

Corriente de la fase1: C1 = Azul (Az)
Corriente de la fase2: C2 = Negro (N)
Corriente de la fase3: C3 = Rojo(R)
Corriente del neutro: Cn = Blanco (B)

Transformadores de Potencial:

Potencial de la fase1: P1 = Azul (Az)
Potencial de la fase2: P2 = Negro (N)
Potencial de la fase3: P3 = Rojo(R)
Potencial del neutro: Pn = Blanco (B)



b) Fuerza:

<u>Circuitos 3ϕ</u>	<u>Circuitos 1ϕ C.A.</u>	<u>Circuitos C.C.</u>
Fase 1= Azul (Az)	Fase = Azul (Az)	Positivo = Azul (Az)
Fase 2= Negro (N)	Neutro = Blanco (B)	Negativo= Blanco (B)
Fase 3= Rojo(R)		

Neutro = Blanco (B)

Tierra de protección = Verde (V)

Si el cable disponible para el proyecto tuviera una forma distinta de identificar los conductores a la indicada en la Especificación N°29, como por ejemplo números, el proyecto deberá adaptarse a esta condición.

B.1.4 NUMERACIÓN DE CONDUCTORES

La numeración de los cables será asignada dependiendo de los equipos a ser alambrados y el tipo de cable a utilizar, tal como se detalla a continuación:

Del 001 al 099 : Cables de media tensión.

Del 100 en adelante : Cableado de baja tensión, como por ejemplo: equipos en patio, interior caseta de comando, sistema de vigilancia e, iluminación.

B.2 TABLEROS Y GABINETES DE CONTROL

B.2.1 CRITERIOS PARA USO DE TABLEROS O GABINETES

En general el uso de gabinetes o tableros de control en los proyectos de subestaciones de poder dependerá del estándar que se encuentre en la sala de control de la subestación, si se trata de una instalación existente, los plazos del proyecto y algún criterio definido por el grupo que conforma el entorno del proyecto.

En cualquier caso queda descartado el uso de barra mímica y la identificación de los paños y sus elementos en los tableros y gabinetes se realiza mediante una consola de operación y los letreros de identificación.



B.2.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS TABLEROS Y GABINETES DE CONTROL

En general los gabinetes de control son seleccionados entre los existentes en el mercado nacional, procurando buscar entre los fabricantes de calidad reconocida, mientras que los tableros son fabricados de acuerdo a planos y especificaciones detalladas, preparadas por CGE.

En términos generales, los tableros de control están compuestos por un conjunto de paneles o planchas de acero instalados en una estructura soporte tipo mecano, la cual posibilita, también, la canalización de conductores de control. Los paneles en el tablero de control están orientados a agrupar unidades funcionales como es el caso de un alimentador de media o alta tensión, un panel de transformación, servicios auxiliares, medición, etc.

Los tableros de control deben ser diseñados y fabricados para cada subestación en forma particular, pese a que existen planos típicos comunes a cualquier estructura de este tipo. En resumen, un tablero de control como el de la S/E San Francisco de Mostazal será fabricado según especificación N° 8716-N y los planos típicos y particulares como los que se describen a continuación:

Disposición General en Sala de Control	: Pl. N° 8712-A1
Tablero de Control - Disposición General	: Pl. N° 8710-A1
Tablero de Control - Disposición Agujereaduras	: Pl. N° 8715-A1, hojas 1 y 2
Agujereaduras Tableros de Control - Detalles	: Pl. N° 5575-P H, 1 a 13 (Típico)
Tablero de Control - Det. Típicos de Ferretería	: Pl. N° 6218-V (Típico)

B.2.3 LETREROS DE IDENTIFICACIÓN EN TABLERO DE CONTROL

Tal como su nombre lo indica, la función de estos letreros es presentar la función de un panel o elemento del tablero o gabinete de control y asociarlos, en la mayoría de los casos, a un equipo de patio.

Existen cuatro tamaños de letreros, los que se pueden apreciar en el plano 6559-P, "Letreros para Tableros de Control, Detalles Constructivos". Principalmente, las placas tipo I y II son utilizadas para la identificación de los paneles, las placas tipo III se usan para la identificación de los elementos embutidos en el panel de control y finalmente las placas tipo IV se utilizan para identificar los elementos por la parte posterior del tablero con la nomenclatura que aparece en los diagramas de alambrado.

Con el objeto de uniformar las leyendas, a continuación se presenta una lista genérica de letreros por tipo de elementos y paneles, la que servirá para generar el listado de letreros de una subestación en particular simplemente descartando

las leyendas que no se utilicen y completando la información específica de cada elemento:

N°	Letrero Tipo	Referencia	Equipo o Elemento Asociado	Leyenda
1	I	Panel 600 y 900 mm	TDCA y TDCC	SERVICIOS AUXILIARES
2	I	Panel 600 y 900 mm	Consola y equipos de Comunicaciones	COMUNICACIONES
3	I	Panel 600 y 900 mm	Equipos de Medida	MEDICIÓN
4	I	Panel 600 y 900 mm	Unidad Terminal Remota	UNIDAD TERMINAL REMOTA
5	I	Panel 600 y 900 mm	Banco de Condensadores	BANCO DE CONDENSADORES
6	I	Panel 600 y 900 mm	Transformador de Poder	TRANSFORMADOR N° XXX/XXX kV
7	I	Panel 600 y 900 mm	Patio Maniobras Alta Tensión	PATIO XXX kV MANIOBRAS
8	I	Panel 600 y 900 mm	Alimentador Alta Tensión	ALIMENTADOR XXX kV (NOMBRE DESTINO)
9	II	Panel 300 mm	Alimentador Media Tensión	ALIMENTADOR XX kV (NOMBRE)
10	III	Dispositivo	Relé de Sobrecorriente	RELE SOBRECORRIENTE INT.52 XN
11	III	Dispositivo	Relé de Distancia	RELE DISTANCIA (21) INT.52 XN
12	III	Dispositivo	Relé Diferencial Transformador	RELE DIFERENCIAL (87) TRANSFORMADOR N°
13	III	Dispositivo	Relé Diferencial Barra	RELE DIFERENCIA (87) BARRA XXX kV
14	III	Dispositivo	Relé Bajo Voltaje LINEA	RELE BAJO VOLTAJE LINEA NOMBRE
15	III	Dispositivo	Relé Bajo Voltaje S.S.A.A.	RELE BAJO VOLTAJE S.S.A.A.- C.A. (C.C.)
16	III	Dispositivo	Relé Banco de Condensadores	RELE CONTROLADOR BANCO CC.EE. N°
17	III	Dispositivo	Relé Controlador CDBC	RELE REGULADOR (90V) C.D.B.C.-T. N°
18	III	Dispositivo	Equipo de Medida Jem-10, Quantum, otro	MEDIDOR Nombre del Alimentador
19	III	Dispositivo	Instrumento Multifunción PM u otro	MEDIDOR MULTIFUNCION Nombre del Alimentador
20	III	Block de Pruebas	Block de Prueba Voltaje	BLOCK PRUEBA - V Nombre del Dispositivo
21	III	Block de Pruebas	Block de Prueba Corriente	BLOCK PRUEBA - C Nombre del Dispositivo
22	III	Block de	Block de Prueba	BLOCK PRUEBA -V y C



		Pruebas	Voltaje y Corriente	Nombre del Dispositivo
23	III	Tablero Embutido	Tablero de Distribución Corriente Alterna	T.D.C.A.
24	III	Tablero Embutido	Tablero de Distribución Corriente Continua	T.D.C.C.
25	III	Tablero Embutido	Unidad Terminal Remota	UNIDAD TERMINAL REMOTA
26	III	Indicación en Tablero	Alimentador Línea AT	ALIMENTADOR XX kV NOMBRE
27	III	Indicación en Tablero	Alimentador Línea MT	ALIMENTADOR XX kV NOMBRE
28	III	Indicación en Tablero	Barra AT o MT	BARRA N° XX kV
Observaciones	1.- X significa que se debe ingresar la tensión ya sea como valor numérico a como el número NEMA que la representa			
	2.- N significa que se debe ingresar el número que identifica al elemento, ya sea correlativo o de empadronamiento			
	3.- T significa que se trata de tierra o de transformador, dependiendo del lugar donde se le ubique la letra			

Tabla N° 2. Leyendas típicas para letreros de identificación de tableros.

B.3 CONTROL, SEÑALIZACIÓN Y MEDIDA

En este punto se describirán los criterios de diseño para algunos de los paneles del tablero de control ubicado en la caseta de comando. Además, se describirán algunos elementos normalizados los criterios para su utilización:

B.3.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

El tablero de distribución de corriente alterna cuenta con 25 circuitos de alimentación y un interruptor general de 80 A. De los 25 circuitos de alimentación, tres circuitos corresponden a alumbrado, N°20, N°23 y N°24, los que se complementan con tres selectores que definen el tipo de control de la iluminación.



En el plano 9317-A1 se detalla el alambrado y el diagrama elemental del tablero de distribución de corriente alterna, mientras que en el plano 20171-A1, se pueden observar detalles constructivos y un diagrama unilineal simplificado de éste. Ambos planos se pueden observar en el Anexo I de este documento.

Con el objeto de normalizar el uso de los circuitos del tablero de distribución, a continuación se presenta una tabla genérica en la cual se indican los equipos e instrumentos asociados a cada circuito. Como todas las subestaciones son diferentes y con distinta cantidad y tipo de equipos, la tabla reflejará una condición de máxima capacidad instalada, debiendo cada proyectista disponer de los circuitos según la subestación, tratando de utilizar la capacidad máxima de cada alimentador del TDCA y manteniendo libre la mayor cantidad de circuitos.

Cto. N°	(A)	N° fases	Equipos e instrumentos asociados
1	25	3	Gabinete de control transformador de poder N° 1. Ventiladores, motor bomba CDBC, luz y calefacción
2	25	3	Gabinete de control transformador de poder N° 2. Ventiladores, motor bomba CDBC, luz y calefacción
3	20	3	Alimentación tablero de distribución alumbrado, enchufes y calefacción caseta de comando
4	20	3	Enchufes de patios alta tensión
5	20	3	Enchufes de patios media tensión
6	15	3	Enchufes de patios transformadores
7	15	3	Reserva (aplicaciones particulares)
8	20	1	Alimentación cargadores de baterías N° 1
9	20	1	Alimentación cargadores de baterías N° 2 - Reserva
10	20	1	Alumbrado y calefacción interruptores AT
11	20	1	Alumbrado y calefacción interruptores AT
12	15	1	Alumbrado y calefacción interruptores MT
13	15	1	Alumbrado y calefacción Interruptores MT
14	15	1	Alumbrado y calefacción secc. Cuchillo motorizados
15	15	1	SCADA
16	10	1	Reconectores Media Tensión
17	10	1	Reconectores Media Tensión
18	10	1	Reconectores Media Tensión
19	10	1	SCADA
20	10	1	Zona de iluminación N°1
21	10	1	Sistema de vigilancia Remota
22	10	1	Reserva (aplicaciones particulares)
23	10	1	Zona de iluminación N°2
24	10	1	Zona de iluminación N°3



25	10	1	Sistema de comunicaciones de la subestación
----	----	---	---

Tabla N° 3. Descripción de circuitos en T.D.C.A.

B.3.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA

El tablero de distribución de corriente continua es alimentado desde el tablero del banco de baterías, ubicado en la sala de baterías. Desde este tablero se alimentan los distintos circuitos de control y fuerza de corriente continua de una subestación. En el plano 20172-A1, adjunto, se presentan las dimensiones, detalles constructivos y un unilineal simplificado de este tablero.

Para el desarrollo de la tabla genérica con la distribución de cargas del T.D.C.C., que se presenta más adelante, se consideró lo siguiente:

- Las cargas que compartan algún circuito del tablero de distribución de corriente continua deberán ser operativamente similares y compatibles.
- Los consumos que deban trabajar en conjunto para que sus equipos asociados estén operativos, como es el caso del control de un interruptor y su relé de protección, serán alimentados de un mismo circuito.
- Los circuitos de control, de un cierto número de interruptores que deberá ser determinado, podrán ser agrupados por nivel de tensión, en un termomagnético del T.D.C.C.
- Cada vez que se agrupen equipos en un circuito del T.D.C.C., a la salida del tablero, en el panel asociado al equipo se deberán instalar interruptores termomagnéticos para separar las cargas.

Al igual que en el punto anterior y con la misma justificación, a continuación se presenta una tabla con la distribución de cargas en los circuitos disponibles del tablero de distribución de corriente continua.

Cto. N°	(A)	Equipos e instrumentos asociados
1	25	Alimentación general circuito protección, control, señalización y motor de interruptor de poder AT
2	25	Alimentación general circuito protección, control, señalización y motor de interruptor de poder AT
3	25	Alimentación general circuito protección, control, señalización y motor de interruptor de poder AT
4	25	Alimentación general circuito protección, control, señalización y motor de interruptor de poder AT
5	20	Alimentación general circuito control, señalización y motor de interruptor de poder MT
6	20	Alimentación general circuito control, señalización y motor de interruptor de poder MT

7	20	Alimentación general circuito control, señalización y motor de interruptor de poder MT
8	20	Alimentación general circuito control, señalización y motor de interruptor de poder MT
9	16	Relé diferencial y relé maestro Transformador N° 1
10	16	Relé diferencial y relé maestro Transformador N° 2
11	16	Señalización luces piloto
12	16	Alimentación SCADA, equipo de comunicaciones, central telefónica, convertidores y equipo de protección de línea telefónica
13	16	Alimentación cuadros de alarma
14	10	Alimentación instrumentos multifunción V-A-W-VAR-FP, etc.

Tabla N° 4. Descripción de circuitos en T.D.C.C.

B.3.3 ALARMAS

En términos generales, todas las alarmas deben ser llevadas al SCADA para luego ser desplegadas en la consola de operación de la misma subestación y en las pantallas del Centro de Operaciones Transmisión (COT).

Cada vez que sea posible, las alarmas se incorporarán al SCADA a través de los puertos de comunicaciones de los equipos y unidades de, protección, control, medida o servicios auxiliares. En el caso que no sea posible, serán llevadas al SCADA vía señales discretas. Ejemplos de señales de alarmas discretas son: Falla interna de relés, contactos auxiliares de interruptores termomagnéticos, baja presión de SF6 en interruptores de poder, relés de temperatura, nivel y presión en transformadores de poder, entre otras.

No se considera el uso de cuadros de alarmas en nuevas subestaciones de poder y si la subestación ya cuenta con estas unidades, se evaluará la posibilidad de incorporar las nuevas señales de alarmas en ellos.

Independientemente de los elementos que se utilicen para concentrar y desplegar las alarmas, en este punto, se presenta una tabla con las señales de alarma para distintos equipos e instrumentos y la leyenda que se propone utilizar con el objeto de estandarizar los mensajes.

Como todas las subestaciones tienen sus particularidades que las hacen únicas, se indicará la mayor cantidad de alarmas por tipo de equipos y protecciones, las que servirán para conformar las señales de alarma de una subestación en particular, simplemente descartando las señales que no se encuentren disponibles o repitiendo la leyenda y cambiando la referencia al equipo que la genera.



Por último, en este punto también se definirán algunas alarmas que agruparán varias señales, ya sea de un mismo equipo o que alerten una situación común, como podría ser el caso de pérdida de alimentación, los dos niveles de baja presión de SF₆, protecciones en banco de condensadores y otros. Lo anterior se justifica porque hoy en día los relés poseen las indicaciones para discriminar el tipo de falla. Es decir, si en el cuadro de alarmas se indica que operó una protección del banco de condensadores, el operador o personal de mantenimiento podrá discriminar el tipo de falla observando el relé que protege el banco de condensadores.

Alarma N°	Equipos que Generan la Alarma	Tipo de Alarma	Leyenda
1	Interruptores de poder AT en SF ₆	Contacto de Posición Interruptor de Poder	Interruptor 52XN Abierto
2		Baja Presión SF ₆ 1 ^{ra} Etapa	Interruptor 52XN Baja Presión 1 ^{ra} Etapa
3		Pérdida Presión SF ₆ 2 ^{da} Etapa	Int. 52XN Perdida Presión 2 ^{da} Etapa
4		Operación Termomag. Circuitos Control Int. 52XN	Interruptor 52XN Pérdida Alimentación Control
5	Transformador de Poder	Indicación Nivel Alto/Bajo de Aceite del Estanque	Transformador N° Alto/Bajo Nivel de Aceite Estanque
6		Relé de flujo CDBC	Transformador N° Relé de Flujo C.D.B.C.
		Válvula de explosión	Transformador N° Válvula de Explosión
		Indicación Nivel Alto/Bajo Aceite Estanque CDBC	Transformador N° Alto/Bajo Nivel de Aceite Estanque CDBC
7		Indicación de Alta Temperatura Aceite	Transformador N° Alta Temperatur Aceite
8		Indicación de Alta Temperatura Enrollado	Transformador N° Alta Temp. Enrollado
9		Relé Buchholz o relé de presión súbita	Transformador N° Buchholz Operado
10		Termomagnético Operado Alimentación ventilador, bomba	Transformador N° Pérdida Alimentación Control

11	Interruptores de Poder MT	Contacto Switch de posición interruptor	Interruptor 52XN Abierto
		Termomagnético Cto. De control Operado	Interruptor 52XN Pérdida Alimentación Control
		(En reconectores) Falla interna unidad de control	Interruptor 52XN Falla Interna Unidad de Control
12		(En reconectores) Pérdida de alimentación tarjeta cargador de baterías	Interruptor 52XN Pérdida de Alimentación Tarjeta Cargador Batería
13	Relé diferencial 87 (numérico)	Operación protección diferencial	Relé Diferencial T N° Protección Diferencial Operada
14		Sobrecorriente Lado Primario	Relé Diferencial T N° Sobrecorriente Lado Primario
15		Sobrecorriente Lado Secundario	Relé Diferencial T N° Sobrecorriente Lado Secundario
16		Falla interna Relé Diferencial	Relé Diferencial T N° Falla Interna
17	Relé Maestro	Relé Maestro	Relé Maestro T N° Operado
18	Relé de distancia 21-21N (numérico)	Operación protección de distancia, falla entre fases	Relé Distancia Nombre Línea Protección 21 Operada
19		Operación protección de distancia falla residual	Relé Distancia Nombre Línea Protección 21N Operada
20		Operación protección direccional 67 Falla entre fases	Relé Distancia Nombre Línea Protección 67 Operada
21		Operación protección direccional 67 Falla residual	Relé Distancia Nombre Línea Protección 67N Operada
22		Operación Verificación de sincronismo (25)	Relé Distancia Nombre Línea Falla de Sincronismo
23		Operación por bajo voltaje (27)	Relé Distancia Nombre Línea Protección 27 Operada



24		Operación por alto Voltaje (59)	Relé Distancia Nombre Línea Protección 59 Operada
		Pérdida de Potenciales	Relé Distancia Nombre Línea Pérdida de Potenciales
25		Falla interna Relé de Distancia	Relé Distancia Nombre Línea Falla Interna
26	Relé Sobrecorriente 50-51-67-25-27-59 (numérico)	Operación protección sobrecorriente 50-51 Falla entre fases	Relé Sobrecorriente Nombre Línea Protección 50 Operada
27		Operación protección sobrecorriente Falla residual	Relé Sobrecorriente Nombre Línea Protección 50N Operada
28		Operación protección direccional 67 Falla entre fases	Relé Sobrecorriente Nombre Línea Protección 67 Operada
29		Operación protección direccional 67N Falla entre fases	Relé Sobrecorriente Nombre Línea Protección 67N Operada
30		Operación Verificación de sincronismo (25)	Relé Distancia Nombre Línea Falla de Sincronismo
31		Operación por bajo voltaje (27)	Relé Distancia Nombre Línea Protección 27 Operada
32		Operación por alto Voltaje (59)	Relé Distancia Nombre Línea Protección 59 Operada
33		Falla interna Relé de Distancia	Relé Distancia Nombre Línea Falla Interna
34		Relé de Protección Banco de Condensadores	Operación por Sobrecorriente 50-51
35	Operación por Sobrevoltaje 59		Relé Banco CCEE N° Sobrevoltaje de Fase
36	Operación por desbalance de fases V_d		Relé Banco CCEE N° Desbalance de Fases V_d
	Operación por apertura de puerta		Relé Banco CCEE N° Apertura de Puerta
37	Falla interna relé		Relé Banco CCEE N° Falla Interna



38	Transformador de Potencial	Termomagnético Operado Enrollado Medición	T.T.P.P. XXX kV N° Protección Enrollado de Medición Operado
39	Cargador de Baterías	Termomagnético Operado Alimentación Corriente Alterna	Cargador de Baterías N° Pérdida Alimentación C.A.
40		Bajo Voltaje Banco de Baterías (C.C.)	Cargador de Baterías N° Bajo Voltaje C.C.
		Falla por Polo a Tierra Corriente Continua	Cargador de Baterías N° Polo a tierra C.C.
41		Falla Interna Cargador	Cargador de Baterías N° Falla Interna
42	Sistema de Vigilancia Remota	Alarma de Intrusión	Sistema Vigilancia Intrusión
Observaciones	1.- X significa que se debe ingresar la tensión ya sea como valor numérico a como el número NEMA que la representa 2.- N significa que se debe ingresar el número que identifica al elemento, ya sea correlativo o de empadronamiento		

Tabla N° 5. Leyendas Genéricas en Cuadros de Alarmas

B.3.4 MEDICIÓN

Medición de Facturación:

Normalmente los equipos de medición orientados a la facturación se ubican en un panel exclusivo para este propósito, sin embargo, en algunos proyectos también podrían ser ubicados en el panel del alimentador o paño que sirven.

Los equipos clase facturación entregan información para uso de la Gerencia Comercial de CGE y en general son adquiridos por la misma gerencia. Por lo anterior, la marca y modelo de éstos equipos, así como el punto que se requiere medir, deberán ser confirmados con esta gerencia.

Sin perjuicio de lo anterior, como regla general, se puede mencionar que los medidores clase facturación son instalados en todos los paños de línea de alta tensión y al menos en uno de los paños generales de transformación.

Medición de Operación:

La medición para uso operación y SCADA se obtiene de instrumentos digitales multifunción, que por lo general son clase de precisión 0,2, pero carecen de algunas características necesarias para la función comercial. Además, por un tema de seguridad se prefiere separar la información de uso comercial a la de uso operacional.



Medición de Remarcación:

Esta medición obedece a algún acuerdo que exista con el cliente, distribuidora u otro. En general se utiliza cuando el cliente es medido en el paño general de media tensión y este requiere en forma adicional información de cada cabecera de alimentación.

B.3.5 ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN

Dependiendo de la carga y la corriente de corto circuito, el equipo primario de protección podría ser un interruptor o un reconector. Del mismo modo, el panel de un alimentador de media tensión puede estar compuesto por la unidad de control y protección del reconector o por una protección definida por el proyecto.

En el caso de los re conectores, también existe la posibilidad que la unidad de control y protección se encuentre adosada al equipo primario.

Si los alimentadores de media tensión estuvieran constituidos por celdas tipo interior, las unidades de protección se incluirán en los gabinetes de control de la misma celda.

Finalmente, y tal como fue mencionado en el punto anterior, la remarcación en los alimentadores de media tensión está condicionada al acuerdo que exista con el cliente al que atiende el alimentador y en virtud de este acuerdo quedará definido el equipo que se utilice para la remarcación.

B.3.6 ALIMENTADORES DE ALTA TENSIÓN

Son muchas las variables que participan en la definición del esquema de protecciones de una línea de alta tensión, entre las que se pueden mencionar: longitud de la línea, topología, normativa nacional (NTSyCS), esquema existente en el otro extremo de la línea, existencia de algún sistema de teleprotección y otros.

Pese a lo anterior, se puede y es lo importante, rescatar la definición de un criterio o estándar mínimo. En el caso de CGE, este criterio define que todo paño de línea de alta tensión deberá contar con una protección principal y una de respaldo y que estas protecciones serán, al menos, de modelos distintos, con el objeto de evitar errores sistémicos (carga de ajustes con errores en ambos relés).

Ahora bien, concentrándonos en el tablero, cada vez que sea posible se dispondrá de un solo panel por línea de transmisión, para evitar que las intervenciones en los elementos control protección o medida de una línea de



transmisión, puedan generar una facha en la línea que se encuentra en servicio y con sus elementos en el mismo panel.

Siempre que se cuente con transformadores de medida, el panel de control de toda línea de transporte deberá contar con un instrumento digital del tipo multifunción para poder observar tanto desde la sala de comando como desde el centro de control (SCADA), los valores de corriente, tensión, potencia y energía, entre otros.

B.3.7 PAÑOS DE TRANSFORMACIÓN

El panel de transformación está destinado a contener el esquema de protecciones del transformador de poder, junto con los elementos de control y medida del mismo transformador y sus paños generales.

Como criterios de diseño para este panel, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se usará un panel exclusivo de a lo menos 600 mm de ancho por transformador.
- Todos los enrollados deberán contar con una medida a través de un instrumento multifunción digital.
- El esquema de protecciones estará compuesto por una protección diferencial y al menos dos relés de respaldo, uno asociado al lado primario y otro al secundario del transformador.
- El relé maestro asociado al transformador debe ser de reposición manual y la bobina monitoreada con el objeto de alarmar si el relé no está operativo.

B.3.8 MODULOS DE PRUEBAS

En general se harán pasar por un módulo de pruebas todas las señales de corriente y potencial que lleguen a un relé de protección. A su vez, también deberán pasar por un punto seccionable del block las señales de desenganche que salgan de la protección. Se debe considerar un único módulo de pruebas por relé.

Se excluye el uso de blocks de pruebas para los instrumentos de medición, ya sea multifunción equipos de facturación. En general los equipos de medición son probados en laboratorio y para su desconexión se utilizan bornes cortocircuitables y seccionables con los que se realiza su alambrado.

Los módulos (blocks) de prueba como también los bornes de control, quedan definido por la Especificación Técnica N° 110.

B.3.9 SELECTOR DE OPERACIÓN VIRTUAL LOCAL/CONSOLA/REMOTO



Este elemento tiene por objeto permitir maniobras remotas seguras, evitando que se produzcan operaciones en paralelo entre la caseta de comando y el centro de control, u operaciones indeseadas cuando se están efectuando maniobras en la misma subestación.

El selector en un principio correspondía a un elemento físico ubicado en el tablero de control, específicamente asociado al equipo a ser controlado o a un paño completo. En la actualidad el todos los selectores se ubican en la consola de operación de la subestación.

La razón para colocar este selector sólo en la consola de operación de la subestación y no en las pantallas del Centro de Operación Transmisión, o en ambos lados, es para tener la certeza que no llevará en forma inadvertida el control de LOCAL o CONSOLA a REMOTO, para luego ejecutar una operación.

El nivel de operación LOCAL corresponde a la operación que se puede ejecutar desde el tablero de control de la subestación, principalmente, a través de relé de protección. El nivel CONSOLA corresponde al HMI de la subestación, compuesto por una pantalla y un computador.

Finalmente, el nivel REMOTO también corresponde a pantallas HMI que permiten el control en forma desde el Centro de Control Transmisión ubicado en la ciudad de Rancagua.

Es importante no confundir este selector con el LOCAL/REMOTO ubicado en el equipo primario. Este último selector tiene prioridad sobre cualquier otro selector de operación ya que al pasarlo a posición LOCAL el equipo no recibirá ordenes remotas independientemente de la posición de los otros selectores.

B.3.10 REGLETAS DE INTERCONEXIÓN

En términos generales se puede mencionar que las regletas deben ser usadas como elementos de interconexión obligatorios entre las señales los distintos elementos del tablero de control, o entre éstos y los equipos de patio.

Dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar, existen distintos tipos de bornes, los que se indican en especificación técnica N° 110.

Es importante destacar que todos los bornes en un circuito de corriente deben ser cortocircuitables, mientras que las señales de potencial, sólo serán seccionables cuando lo requiera el proyecto, como por ejemplo, antes de llegar a un instrumento multifunción ya que en este punto el borne permitiría aislar el equipo para su retiro o reemplazo.



Finalmente, otra aplicación para los bornes seccionables, es en los paneles de control para recibir las señales discretas que se envían a la UTR.

B.4 SCADA

El sistema SCADA (System Control and Data Acquisition), es una herramienta básica de la operación del sistema de CGE y por tanto es estratégica para el manejo del mismo. Permite que un reducido número de personas maneje un gran conjunto de equipamiento (interruptores, transformadores, reconectores, reguladores de voltaje, bancos de condensadores).

En caso de maniobras, la duración de las mismas se reduce notoriamente al simplificarse la coordinación y evitarse grandes desplazamientos. También, hay una mayor seguridad para el personal, al evitar la intervención directa de un operador en terreno.

También mejora la coordinación con otras empresas del SIC durante maniobras combinadas y es parte de la obligatoria coordinación con el CDEC.

El SCADA permite, en forma remota, realizar las mismas operaciones y obtener la misma información que se podría conseguir desde el tablero de control de una subestación. Sin perjuicio de lo anterior, la unidad terminal remota (UTR) está siendo utilizada, además, para reemplazar equipos de control dedicados, como es el caso del cambiador de derivaciones bajo carga y el sistema de vigilancia perimetral, y para agregar controles remotos en sistemas auxiliares de la subestación, como es el caso de la iluminación. A continuación se presentarán los criterios para el diseño de control de algunos de los sistemas auxiliares que se han incorporado al SCADA:

B.4.1 SISTEMA DE VIGILANCIA PERIMETRAL

La unidad terminal remota vino a reemplazar a la central de alarmas, dispositivo destinado recibir las señales de los sensores de patio y contener la lógica de seguridad del sistema. En estos momentos, todas las señales de los sensores de intrusión perimetral son alambrados a la UTR en forma independiente, al igual que la chapa de acceso.

Cada sensor se conecta en forma independiente llevando sus contactos de seguridad a una regleta seccionable WAGO en el panel SCADA, lugar donde se arma el lazo emisor/receptor que conforman el haz perimetral. Para lo anterior se debe tender un conductor 7X16 AWG hasta uno de los equipos que conforma un vértice de haces, desde el cual se enmallará al otro a través de un conductor de 4x16 AWG.

Una vez que se llevan las señales en forma independiente a la unidad terminal remota, se tiene la flexibilidad para programar la lógica de seguridad que más se



acomode al recinto de la subestación y su ubicación respecto de las oficinas de CGE en la zona.

B.4.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En el tablero de distribución de corriente alterna de cada subestación existen tres selectores de operación para el sistema de iluminación. Cada selector define una zona de iluminación la que puede agrupar un grupo limitado de proyectores, el cual dependerá de la potencia de los mismos.

Cada uno de los selectores de iluminación permite realizar las siguientes operaciones:

- Apagar : Apaga en forma permanente los proyectores de iluminación de la zona correspondiente
- Encendido : Enciende en forma permanente los proyectores de iluminación de su zona
- Automático : Los proyectores de iluminación de la correspondiente zona son controlados por una fotocelda
- SCADA : Los proyectores de iluminación son controlados en forma manual remota o automática.

Respecto a la operación SCADA, que es la que nos interesa en estos momentos, ésta permite controlar cada zona de iluminación en forma manual desde la consola o desde el COT, o en forma automática utilizando distintos algoritmos como por ejemplo, horario, activación de la alarma de intrusión en noche o por deshabilitación mediante la chapa de acceso y en horas de oscuridad, del sistema de vigilancia remoto.

SECCIÓN C

DESARROLLO DE PLANOS

C.1 NORMAS DE DIBUJO

Para la confección de los planos considerados en el proyecto se debe utilizar el documento "Dibujo Asistido por Computador - Normas Generales", el cual se encuentra en el Anexo II. En éste se estandarizan los formatos, escalas, tipos de letras, designación y manejo de archivos para la confección de planos de CGE S.A.

C.2 PLANOS

En este punto se describirán cada uno de los planos asociados al proyecto de control y la información que debe contener para construir, ampliar y mantener una subestación de poder.

C.2.1 DIAGRAMA UNILINEAL

a) Diagrama Unilineal General

El Diagrama Unilineal General está asociado a la Ingeniería Básica del proyecto y su confección determina la filosofía de control, las mediciones, protecciones y alarmas consideradas para cada subestación, para lo cual se debe utilizar como base, la nomenclatura y simbología establecidas en las normas NEMA.

Adjunto en el Anexo III, se encuentra un extracto de la norma NEMA.

En subestaciones, donde el Diagrama Sinóptico de Operaciones es simple, éste se omite como plano complementario del Diagrama Unilineal, recurriendo para ello al empleo de líneas segmentadas con indicación de sentido para señalar las operaciones requeridas en el sistema de control.

El Diagrama Unilineal deberá incluir las características de los equipos, tales como: transformadores de poder, reguladores de voltaje, interruptores, seccionadores, etc. Respecto de los transformadores de medida deben indicarse sus distintas razones de transformación, su burden y precisión.



En el caso de los transformadores de corriente de razón múltiple, deberá subrayarse la magnitud máxima primaria a la cual pueden trabajar dichos equipos, la razón primaria, subrayada, a la que se encuentren trabajando y las siglas “MR”, para indicar que se trata de un transformador de estas características.

Ej. 1200:5/5 MR - 1000 : /5/5 (A)

El diagrama unilineal, al igual que la barra mímica en el tablero de control, refleja la posición relativa de los equipos en una subestación y preferentemente, deberá ser visto como que si se estuvieran mirando los distintos patios (media, alta, transformación), ubicado frente a ellos, aguas abajo.

Como referencia para el desarrollo del Diagrama Unilineal General, en el Anexo I se encuentra el plano N° 8848-A0, correspondiente a la S/E San Francisco de Mostazal.

b) Diagrama Unilineal Servicios Auxiliares Corriente Alterna.

El Diagrama Unilineal de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna tiene como finalidad mostrar el esquema del circuito primario del transformador de servicios auxiliares, en el cual se señala la relación de voltaje de éste, (normalmente está tomado de la barra de 15 kV), su respectiva potencia, y los diferentes circuitos secundarios que alimenta.

Preferentemente, este diagrama se representará en un plano junto con el Diagrama Unilineal de Servicios Auxiliares en Corriente Continua, aunque si estos diagramas carecen de complejidad podrán ser representados en el Diagrama Unilineal General.

En este plano se representa el transformador de SS/AA, incluyendo el elemento de protección y desconexión de A.T. de la barra desde la cual se alimenta. En el circuito secundario se representa el tablero general del transformador de SS/AA, generalmente ubicado en el patio de media tensión, bastante próximo al transformador y considera casi siempre dos circuitos, uno de protección y otro que alimenta el Tablero de Distribución de Corriente Alterna (T.D.C.A.). El tablero general del Transformador de SS/AA queda definido mediante el plano N° 5657-X, “Gabinete de Control en 380 V”, el cual se encuentra en Anexo I.

El T.D.C.A. siempre está ubicado en la Sala de Comando de la subestación, es de tipo modular y va alojado en uno de los paneles del tablero de control destinado a los servicios auxiliares.



El T.D.C.A. está compuesto, aproximadamente, por las siguientes protecciones: una protección general trifásica de 70 amperes, un circuito trifásico de 25 A, tres circuitos 3ϕ de 20 amperes, tres circuitos 3ϕ de 15 A, dos circuitos 1ϕ de 20 A, seis circuitos 1ϕ de 15 A, y diez circuitos 1ϕ de 10 A. Este tablero es de uso normalizado (ver planos 9317-A1 y 20171-A1), y en caso de que los requerimientos del proyecto en SS/AA excedan la capacidad del T.D.C.A. deberá considerarse un segundo tablero y así sucesivamente hasta satisfacer las necesidades de circuitos con protecciones independientes.

Físicamente, el T.D.C.A. tendrá numerados sus circuitos, los cuales serán descritos en este plano. La descripción de estos circuitos deberá incluir su capacidad en amperes, número de fases que interrumpen y el nombre de cada circuito al que sirven.

c) Diagrama Unilineal Servicios Auxiliares Corriente Continua

El Diagrama Unilineal de SS/AA en C.C. se ejecuta sólo si la complejidad y cantidad de componentes que lo integra lo amerita, de manera de poder dar a conocer en forma clara las características de los circuitos y elementos que lo conforman.

El sistema de alimentación de corriente continua está compuesto básicamente por:

- Banco de baterías de 125 Vcc comúnmente de 100 A-H
- Cargador de baterías 220/125 Vcc.
- Relé de bajo voltaje 27/80B, de monitoreo de bajo voltaje CA y CC.
- Tablero General del banco de baterías con dos circuitos, uno 2ϕ de 100 A destinado a la alimentación del T.D.C.C. y el otro 2ϕ de 5 A, destinado al relé 27/80B. Dependiendo de la cantidad de bancos de baterías, uno o dos, existen tres tipos de tableros generales, los que se definen mediante los planos 6182-V 7029-V, 7102-V, los cuales se pueden apreciar en Anexo I de este documento.
- Tablero de distribución de corriente continua.

El T.D.C.C., al igual que el T.D.C.A., es un tablero normalizado (ver plano N° 20172-A1) y está compuesto por una protección bipolar general de 100 A y los circuitos de salida indicados anteriormente.

Dada la poca cantidad de elementos que constituyen los circuitos de corriente continua, normalmente no será necesario generar un diagrama unilineal de C.C., siendo suficiente indicar los circuitos más relevantes en el Diagrama Unilineal General.



En caso de requerirse el diagrama unilineal de corriente continua, éste podría graficarse en conjunto con el Diagrama Unilineal de Corriente Alterna, como un plano general bajo el nombre de Diagrama Unilineal de Servicios Auxiliares.

d) Diagrama Unilineal Funcional o Sinóptico de Operaciones

Como su nombre lo indica, es una representación abreviada de todas las condiciones impuestas al sistema de control y protecciones. El diagrama sinóptico de operaciones normalmente va inserto en el Diagrama Unilineal General, salvo que, debido a su complejidad y cantidad de elementos constitutivos del proyecto, su representación sobrecargara en forma desmedida al diagrama unilineal.

Este plano sirve como base para el desarrollo del Diagrama Elemental de Corriente Continua e indica la función de cada uno de los elementos de control y protección.

En este plano no se representa la ubicación relativa de los elementos, sino que, los dispositivos se disponen en forma tal que se evite al máximo el cruce de las líneas indicadoras de operación y se obtenga una idea clara del funcionamiento del sistema de control en su globalidad.

Para el caso de la Subestación San Francisco de Mostazal, que se está usando como referencia, se utilizó el diagrama unilineal para representar la lógica de control y la funcionalidad de los elementos de control y protección.

C.2.2 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CORRIENTE ALTERNA

Este diagrama tiene por finalidad mostrar la forma en que se conectan todos y cada uno de los dispositivos de corriente alterna que componen los circuitos primarios y secundarios considerados en el proyecto de control y protección de las subestaciones de poder.

En este plano se deben tomar en cuenta las siguientes condiciones de representación:

1. Los contactos de relés, contactores, válvulas electromagnéticas y similares, se representan para la posición correspondiente a bobina desenergizada.
2. Los switches de presión neumáticos, hidráulicos o actuados por gas se muestran para la posición sin presión. Los resortes de la cuerda de los interruptores de poder se muestran sin tensión.



3. Los interruptores de carrera y los relés térmicos de protección de los motores para la cuerda de los interruptores de poder, se muestran en posición cerrada, para la condición de interruptor abierto y resorte descargado.
4. Los contactos de los switches de control se representan para la condición de switch abierto, desconectado o en posición “0” (neutra). Los dispositivos de control que tienen dos posiciones activas, como por ejemplo switches de transferencia, deben incluir en la representación de sus contactos la condición de trabajo bajo la cual se han graficado (man/auto, local/remoto, etc.), subrayando la letra o palabra que indique tal posición.

Para definir los puntos de conexión de los contactos de cualquier dispositivo, debe representarse, en el plano, con un círculo sin relleno a cada lado del contacto en cuestión, con lo cual se identifican sus bornes, asignándole a cada uno de ellos un número o una letra, según sea la representación del fabricante o simplemente a criterio del proyectista.

En este plano, también deben identificarse todos los blocks de terminales o conexiones comprometidos con las interconexiones remotas entre los diversos contactos y bobinas pertenecientes a dispositivos involucrados con los circuitos de control del proyecto. Tales blocks de conexiones deberán representarse gráficamente mediante un cuadrado pequeño, sin relleno para blocks de terminales del tableros y rellenos (sombreados), para los terminales ubicados en los tableros de los equipos de poder, de control o protecciones ubicados en el patio de la subestación.

Inmediatamente al lado de cada cuadrado es conveniente indicar la identificación de dicho block de terminales, señalando entre paréntesis el número del panel o tablero de control en el cual se encuentra instalado el terminal.

Como el uso del terminal es permitir la interconexión remota, preferentemente se deberá indicar el número del cable y la cantidad de conductores destinados a la interconexión.

En el Anexo I se encuentra el plano N° 8849-A1, hojas 1 a 15 el cual contiene los diagramas elementales de corriente alterna de la subestación San Francisco de Mostazal.

C.2.3 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CORRIENTE CONTINUA

Este diagrama tiene por finalidad mostrar en forma simple cada uno de los diferentes circuitos de corriente continua. Junto al diagrama elemental de corriente alterna, componen el conjunto de planos necesarios para el desarrollo de los diagramas de alambrado.



Para el desarrollo de este diagrama, en lo que respecta a la identificación de terminales, cables y representación en general, deberán tenerse en cuenta las indicaciones señaladas para el diagrama elemental de corriente alterna.

Como referencia para el desarrollo de los diagramas elementales de corriente continua, en el Anexo I se encuentra el plano N° 8850-A1, hojas 1 a 21, correspondiente a la subestación San Francisco de M.

C.2.4 DIAGRAMA ELEMENTAL DE SERVICIOS AUXILIARES C.A. Y C.C.

Este diagrama tiene por finalidad mostrar la forma en que se conectan todos y cada uno de los dispositivos de corriente alterna y de corriente continua que componen los servicios auxiliares de la subestación. Este plano se basa en los diagramas elementales típicos de los tableros de distribución de corriente alterna y continua, complementándose con información de su interconexión con otros elementos y la indicación de los circuitos que alimenta. A modo de ejemplo, en Anexo I se puede observar el plano 8861-A, Diagrama Elemental C.A./C.C.

C.2.5 DIAGRAMA DE ALAMBRADO DE TABLERO DE CONTROL

Este plano muestra la manera de interconectar los distintos elementos de un panel, los elementos entre distintos paneles, y entre panel y equipos de patio de las subestaciones.

Los diversos elementos constituyentes de cada panel del tablero de control se deben disponer en forma estética y funcional, permitiendo además que tal distribución de componentes permita una operación simple y cómoda. Con tal fin, en lo posible deberán instalarse en la parte superior y central del panel los instrumentos indicadores o de registro, y las protecciones; la parte inferior del panel deberá disponerse para la instalación de relés auxiliares, blocks de prueba, y en general los dispositivos de uso esporádico. Los dispositivos complementarios para los instrumentos, así como los interruptores termomagnéticos de C.A. y C.C. que protegen los distintos circuitos del panel deberán ser montados en la parte posterior de éste, en grillas de montaje dispuestas para tal fin.

Salvo el relé maestro, no se considera el uso de interruptores de control ni luces piloto en los tableros de control de la subestación.

Las regletas o bornes de terminales se instalarán en las grillas laterales derecha, izquierda o ambas, de manera que los cables de interconexión remotos se canalicen sin dificultar el alambrado entre los distintos dispositivos del tablero.

A continuación se indicarán las exigencias que deben respetarse para la ejecución de los diagramas de alambrado:

1. La disposición de todos los elementos constitutivos de cada panel se representan viendo el panel por su parte posterior.
2. Los bornes de conexión de cada uno de los elementos de control instalados en el panel, deben representarse de tal forma que su disposición sea equivalente a mirar dicho equipo por atrás.
3. Cada dispositivo perteneciente al tablero de control, se identificará mediante doble letra debajo de las cuales se indicará la marca y tipo del equipo o instrumento. Dicha identificación se hará de izquierda a derecha y representado a cada dispositivo con las letras del alfabeto combinadas entre sí (AB, AC, ..., AZ, BA, BB, ..., BZ, CA, ..., CZ, ..., ZZ), omitiéndose las letras I, Ñ y Q, por ser susceptibles a ser confundidas con números o por error gráfico.

Sobre cada dispositivo se deberá indicar el número NEMA correspondiente al utilizado en el diagrama unilineal y en los diagramas elementales de CC y CA.

Ejemplo:

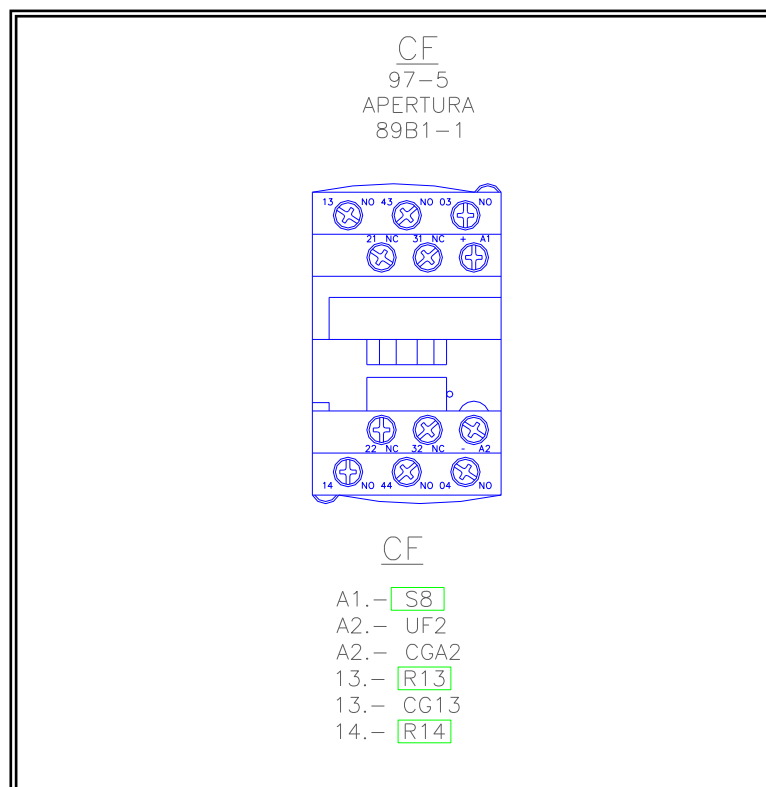


Fig. N° 2. Identificación de dispositivos tablero de control.

Los interruptores termomagnéticos destinados a la protección de circuitos de control de alterna y continua se identificarán con las letras “TM” complementadas con un número correlativo. Sobre cada interruptor termomagnético se indicará con el número NEMA si el dispositivo de protección es de corriente alterna o continua. Además, deberá indicarse la función del interruptor y la capacidad de éste.

Ejemplo:

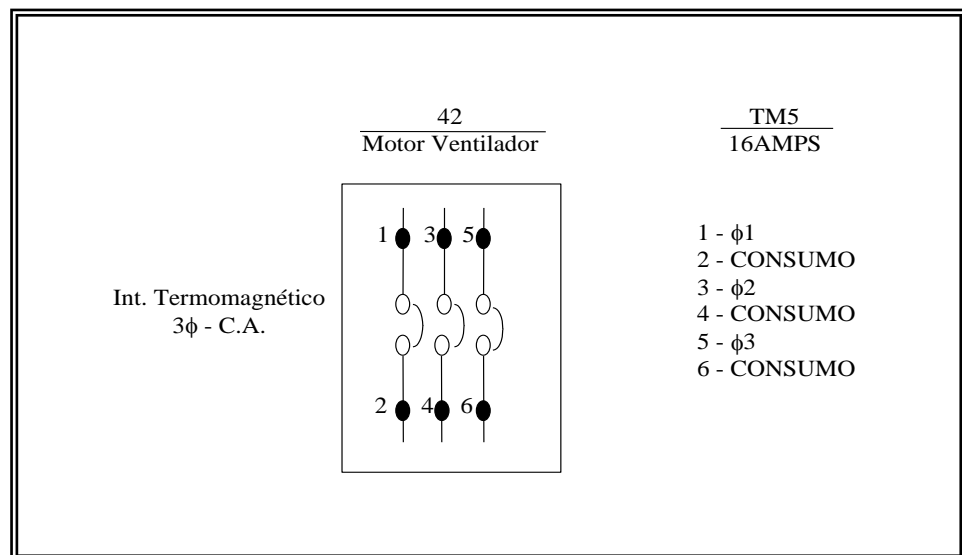


Fig. N° 3. Identificación de interruptores termomagnéticos.

4. Todos los bornes de los equipos eléctricos, en general, se representarán sin puentes o interconexiones, salvo aquellos que por construcción del dispositivo sean especificados por el fabricante.

Todos los puentes o interconexiones entre los bornes de los switches o los equipos eléctricos que sean necesarios realizar para el desarrollo del proyecto, deberán indicarse en el desarrollo de conexiones del dispositivo en forma simplificada. Para ello se indicarán los números de los bornes que van puenteados e inmediatamente a su lado, el enlace correspondiente.

borne, quedando el lado externo para conectar los cables de interconexión remotos con otros paneles, o entre éstos y los tableros de control de los equipos primarios.

Los extremos de los conductores de cada cable llevarán asignado un código que los identificará, el cual estará definido por el nombre de la regleta terminal y número del borne donde se conecta el extremo opuesto del conductor. Además, los cables deberán indicar el punto de destino con el cual se interconectarán y una descripción breve de su función. Para ello se deberá señalar en la parte inferior del círculo que encierra el número del cable, el panel con que se interconecta o el plano remoto (RV) si la conexión se realiza con un equipo primario.

Ejemplo: A continuación se representa la interconexión entre los bornes 1, 3, 4 y 6 del block A ubicado en el Panel 2 con los bornes 2, 3, 4 y 5 de la regleta C del Panel 4:

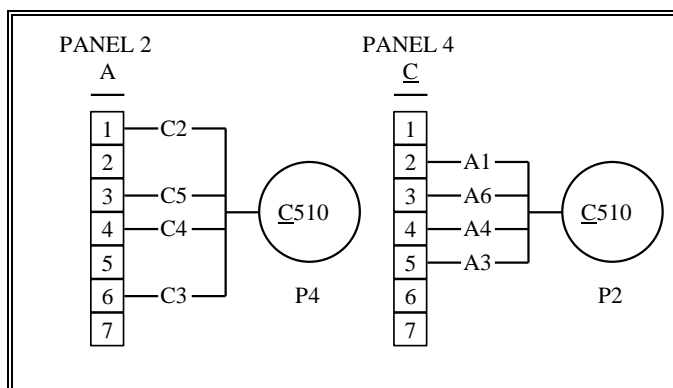


Fig. N° 6. Interconexión de bornes de blocks de distintos paneles.

9. A todos los planos del Diagrama de Alambrado de Tableros deberá indicárseles, en forma destacada, el número del Panel a que pertenecen. Para ello se dibujará sobre la viñeta un doble círculo de línea gruesa de 35 mm de diámetro exterior y 33 mm para el círculo interior, en cuyo centro se indicará el número del panel correspondiente (P1, P2, ...Pn). Si se trata del panel de un equipo remoto se indicará el número del plano que lo representa, RV1, RV2,..., RVn y por último, si se trata de un plano de consulta se deberá designar C1, C2, ..., Cn.

Ejemplo:

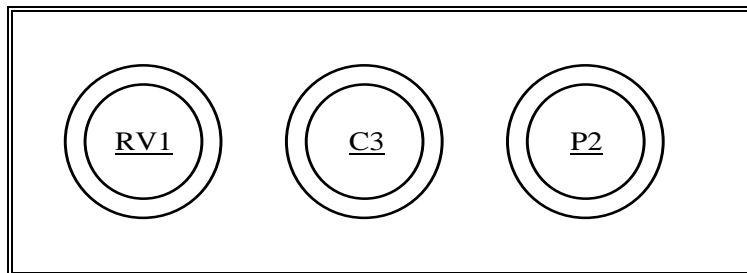


Fig. N° 7. Indicaciones de paneles en el plano de diagramas de alambrado de tableros.

En el Anexo I se encuentran los Planos 8851-A1 (hojas 1 a 13): Tablero de Control - Diagramas de Alambrado S/E San Francisco de M.

C.2.6 DIAGRAMA DE ALAMBRADO REMOTO

Este plano tiene por finalidad mostrar la interconexión eléctrica entre los paneles del tablero y los distintos tableros de los equipos primarios y auxiliares, entre los que podemos mencionar, T.D.A. de la caseta de comando, tablero del sistema de vigilancia remota, cargador de baterías y sistema de comunicación radial, alumbrado de emergencia. Además, en este plano se representarán las disposiciones físicas de los distintos elementos en sus tableros.

Cada plano de alambrado remoto, contendrá la mayor cantidad posible de equipos eléctricos y circuitos, los cuales tendrán representaciones independientes en el plano, pero estarán asociados preferentemente por niveles de tensión y características funcionales de los equipos a que pertenecen.

Estos planos se identificarán con la sigla RV (remoto varios), acompañado de un número correlativo, el cual estará definido por la cantidad de planos que sea necesario generar.



A modo de ejemplo se adjuntan algunos diagramas de alambrado remoto desarrollados para el proyecto de control de la Subestación San Francisco de Mostazal 66/15 kV, los que se encuentran en el Anexo I.

C.2.7 DOCUMENTO LISTADO DE PLANOS

Como es habitual, siempre que se desarrolle un proyecto de control en el cual se generen planos nuevos, se deberá crear una lista de planos, o en el caso que exista la lista, ésta deberá ser actualizada y complementada.

C.2.8 DOCUMENTO LISTADO DE LETREROS EN TABLERO DE CONTROL

Este listado tiene por objetivo detallar cada uno de los letreros que identifican los paneles y elementos del tablero de control y en él se especifican la cantidad, tamaño de la placa y la leyenda relacionada a cada uno de ellos.

En el punto B.2.3 se presenta una lista genérica de leyendas y en Anexo I se incluye la lista, preparada como una tabla Word, de algunos letreros de identificación para el tablero de control de S/E San Francisco de M.

C.2.9 DOCUMENTO LISTADO DE ELEMENTOS EN TABLERO DE CONTROL

Este listado tiene por objetivo detallar los elementos que componen cada uno de los paneles del tablero de control, identificando el paño en que se encuentra, la descripción del dispositivo con marca y número de catálogo, la cantidad existente en el tablero de control y el código de material CGE.

Al igual que en el punto anterior y con el objeto de presentar el formato que utiliza CGE para este documento, en el Anexo I, se incluye el listado de elementos de la Subestación San Francisco de Mostazal 66/15 kV.

C.2.10 DOCUMENTO LISTADO DE ENTRADAS/SALIDAS SCADA

Este listado tiene por objetivo visualizar rápidamente la cantidad de señales de entrada/salida alambradas hacia la unidad terminal remota, el tipo de señales y sus puntos de conexión.

Tal como se ha hecho en los puntos precedentes, el listado desarrollado para la Subestación San Francisco de Mostazal se presenta en el Anexo I.

SECCIÓN D

ANEXOS

ANEXO I : PLANOS Y DOCUMENTOS. REFERENCIAS PARA LAS NORMAS DE PROYECTO PARA SISTEMAS DE CONTROL. CGE.

ANEXO II: DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR - NORMAS GENERALES. INSTRUCTIVO PARA PROYECTISTAS INTERNOS Y EXTERNOS DE CGE.

ANEXO III: EXTRACTO NORMA NEMA.

Revisión	Modificó	Fecha	Modificación
#1	JLA	01/2002	Se agregan leyendas propuestas para alarmas, distribución de cargas en TDCA y TDCC.
#2	JLA	10/2015	Se actualiza especificación con últimos criterios de diseño, los que incluyen el uso de consola de control en las subestaciones, nuevos módulos de prueba, etc.