



REPÚBLICA DEL ECUADOR
Escuela Politécnica Nacional
"P R O G R E S S U M Q U O D P R O P I A S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S"

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia si mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO AUTOMÁTICO DE CONTROL PARA SERVICIOS GENERALES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

ANGEL GIOVANNY TOAPANTA GUAMÁN
atoapantag@est.ups.edu.ec

DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA, MSc.
gammasservicios@andinanet.net

Quito, Octubre 2010

DECLARACIÓN

Yo, Angel Giovanni Toapanta Guamán, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Angel Giovanni Toapanta Guamán

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Angel Giovanni Toapanta Guamán, bajo mi supervisión.

Ing. Germán Castro Macancela

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Angel y Cecilia, que con su sabiduría y comprensión han sabido guiarme y apoyarme durante toda mi vida y a quienes debo todo lo que soy y lo que seré.

A mis amigos, Jimmy - Robert - Pato - Verito – y en especial a Lore, quienes me han enseñado que los amigos son la familia que la vida te permite elegir, y que los mejores amigos son como las estrellas: aunque no siempre se ven sabes que están ahí.

A mis compañeros, Mario - Orlando - William - Diego - David - Pato - Archi con quienes he compartido muchos momentos trascendentales en mi vida académica y además han sido un gran respaldo en mi proceso de formación profesional en la EPN.

A mis profesores de la ESFOT, Marco Quisanga - Carlos Romo - Carlos Chiluisa - Luis Ruales - Germán Castro, quienes han aportado con sus conocimientos en mi formación profesional y quienes me han enseñado que lo valioso de una profesión no es el título sino la madurez, la velocidad de pensamiento, la capacidad de análisis, la agudeza mental, la disciplina de trabajo, la amplitud de ideas y el buen juicio que se logra con ella.

A la UMC de la EEQ, Roberto Freire - Javier Montiel - Miguel Angel Pino - Franklin Herrera - Mauro Sacancela - Pedro Álvarez - Marco Tipantasig, quienes me dieron la oportunidad de ser parte de tan grandioso grupo técnico - humano y en donde pude desarrollar esta tesis, nunca los olvidaré por su paciencia, por su generosidad al transmitirme sus conocimientos.

A Saúl y Wilson, que más que primos son mis hermanos, quienes me apoyaron en mi carrera como estudiante.

A Daniela, como olvidarme de ti si apareciste en el momento indicado, eres una persona especial en mi vida pues me enseñaste que hay que darle tiempo al tiempo y que no todo en la vida es trabajo y estudio...

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a...

... Angel y Cecilia, mis padres

- a Roberto, mi hermano - a Jorge, mi tío,

quienes con su sabiduría me han enseñado

que el éxito no tiene que ver con lo que mucha gente se imagina.

No se debe a los títulos nobles y académicos que se tiene,

ni a la sangre heredada o la escuela donde estudiaste.

No se debe a las dimensiones de tu casa

o de cuantos carros quepan en tu garaje.

No se trata si eres jefe o subordinado;

o si eres miembro prominente de clubes sociales.

No tiene que ver con el poder que ejerces

o si eres un buen administrador o hablas bonito,

si las luces te siguen cuando haces.

No es la tecnología que empleas.

No se debe a la ropa que usas,

ni a los grabados que mandas a bordar en tu ropa,

o si después de tu nombre pones las siglas deslumbrantes

que definen tu estatus social.

No se trata de si eres emprendedor,

hablas varios idiomas, si eres atractivo, joven o viejo.

El éxito se debe a cuanta gente te sonrío,

a cuanta gente amas y cuantos admiran tu sinceridad

y la sencillez de tu espíritu

pues antes de nada somos personas...

*... y a todas aquellas personas que de una u otra forma me han apoyado y han
hecho posible todo esto.*

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PRINCIPIOS DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	1
1.2.1.	RELACIÓN ENTRE LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y LA FUERZA ELECTROMAGNÉTICA	1
1.2.2.	LEY DE FARADAY DE LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA	2
1.2.3.	DIRECCIÓN DE LA FEM INDUCIDA	6
1.2.4.	FUERZA ELECTROMAGNÉTICA	7
1.2.5.	DIRECCIÓN DE LA FUERZA ELECTROMAGNÉTICA	7
1.2.6.	REGLA DE FLEMING	8
1.2.7.	LEY DE LENZ	9
1.2.8.	COMPARACIÓN ENTRE LA ACCIÓN DE MOTOR Y ACCIÓN DE GENERADOR	11
1.3.	GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	12
1.3.1.	GENERADORES ELEMENTALES	12
1.3.2.	POLARIDAD DE UN GENERADOR ELEMENTAL	12
1.3.3.	FEM SENOIDAL GENERADA POR EL GIRO DE UNA ESPIRA EN UN CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME A VELOCIDAD CONSTANTE	13
1.3.4.	ACOPLAMIENTO DE GENERADORES	14
1.3.5.	CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	18
1.4.	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	19

1.4.1.	COMPONENTES DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	19
1.4.2.	CENTRALES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	24

CAPÍTULO II

CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ

2.1.	INTRODUCCIÓN	25
2.2.	PARTES COMPONENTES	26
2.2.1.	CANAL DE ACCESO AL RESERVORIO	27
2.2.2.	RESERVORIO	28
2.2.3.	TUBERÍA DE PRESIÓN	33
2.2.4.	CASA DE MÁQUINAS	34
2.2.5.	CANAL DE DESCARGA	35
2.2.6.	PATIO DE ELEVACIÓN	35
2.3.	FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN	36
2.3.1.	CONDICIONES PREVIAS AL ARRANQUE DE UNIDADES DE GENERACIÓN	36
2.3.2.	ARRANQUE DE UNIDADES DE GENERACIÓN	38
2.3.3.	PARADA DE UNIDADES DE GENERACIÓN	39
2.3.4.	FALLAS QUE PRODUCEN ÚNICAMENTE ALARMA	44
2.4.	PARÁMETROS REFERENCIALES DE OPERACIÓN DE UNIDADES DE GENERACIÓN	44
2.4.1.	UNIDADES DE GENERACIÓN	45
2.4.2.	ENVALSE	45

CAPÍTULO III
LÓGICAS Y SECUENCIAS DE CONTROL

3.1.	INTRODUCCIÓN	46
3.2.	SINCRONIZACIÓN DEL GRUPO GENERADOR CON EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO	46
3.2.1.	PEDIDO DE SINCRONIZACIÓN DE UNA UNIDAD	48
3.2.2.	ENCENDIDO DEL SINCRONIZADOR	48
3.2.3.	BLOQUEO DE ÓRDENES	48
3.2.4.	SINCRONIZADO	48
3.2.5.	ORDEN DE CIERRE DE INTERRUPTOR PRINCIPAL	49
3.3.	GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	49
3.3.1.	ESTABLECER COMUNICACIÓN	51
3.3.2.	ORDEN DE ENCENDIDO	51
3.3.3.	PRESIÓN ADECUADA	52
3.3.4.	ORDEN DE APAGADO	52
3.4.	CONTROL DE ACTUADORES DEL CANAL DE DISIPACIÓN	52
3.4.1.	VERIFICACIÓN DE COMUNICACIÓN	54
3.4.2.	ELECCIÓN DEL ACTUADOR	54
3.4.3.	ACCIÓN DEL ACTUADOR	54
3.5.	MONITOREO DEL SISTEMA DE CARGA DEL BANCO DE BATERÍAS	54
3.6.	DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO	55
3.7.	CONFIGURACIÓN DEL PLC	60
3.7.1.	CONFIGURACIÓN DE CONCEPT	61
3.7.2.	DECLARACIÓN DE VARIABLES	62

CAPÍTULO IV

EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

4.1.	INTRODUCCIÓN	65
4.2.	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE FÁBRICA – FAT	65
4.3.	PRUEBAS EXPERIMENTALES EN CH. CUMBAYÁ	67
4.3.1.	PRUEBAS DE SEÑALES DIGITALES DE SALIDA	67
4.3.2.	PRUEBA DE SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA	68
4.3.3.	PRUEBAS DE SEÑALES DE ENTRADA ANALÓGICAS	69
4.4.	CONCLUSIONES	70
4.5.	RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA		73
PLANOS		
CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS		77
ANEXOS		
ANEXO N.º I		
DATASHEET PROTECTOR DE SOBREVOLTAJE (PR2COM)		104
ANEXO N.º II		
DATASHEET PROTECTOR DE SOBREVOLTAJE (PR1COM)		106
ANEXO N.º III		
DATASHEET CHASIS O RACK MODELO 140XBP01600		108
ANEXO N.º IV		
DATASHEET FUENTE DE ALIMENTACIÓN		
MODELO 140CPS21400		110
ANEXO N.º V		
DATASHEET CPU MODELO 140CPU43412A		112

ANEXO N.º VI	
DATASHEET MÓDULO ENTRADAS DIGITALES	
MODELO 140DDI35300	118
ANEXO N.º VII	
DATASHEET MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS	
MODELO 140ACI04000	119
ANEXO N.º VIII	
DATASHEET MÓDULO SALIDAS DIGITALES	
MODELO 140DRA84000	121
ANEXO N.º IX	
DATASHEET ENTRADAS ANALÓGICAS RTD`s	
MODELO 140ARI03010	122
ANEXO N.º X	
DATASHEET MÓDULO DE COMUNICACIONES DNET	
MODELO PTQ – DNET	124
ANEXO N.º XI	
DATASHEET MÓDULO DE COMUNICACIONES DNP3	126
ANEXO N.º XII	
DATASHEET SINCRONIZADOR SIEMENS SIPROTEC 7VE61	127
ANEXO N.º XIII	
DATASHEET MÓDULO HART MODELO HIM1008	141
ANEXO N.º XIV	
PRUEBAS FAT	145

RESUMEN

El permanente avance de nuevas tecnologías ha dado como resultado grandes cambios en el desarrollo del control automático de procesos industriales, es así que con la llegada de los controladores programables se han implementado nuevas estrategias o métodos para la automatización de procesos industriales.

Este proyecto aporta con la implementación de un tablero de control automático para los servicios generales de la Central Hidroeléctrica Cumbayá, el cual es plasmado en la presente memoria, ofreciendo una visión clara de todas las fases del proyecto para ello se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Principios fundamentales de generación de energía eléctrica. Presenta un enfoque general del proceso de generación de energía eléctrica, sus principios, tipos de centrales de generación de energía eléctricas y la descripción de una central hidroeléctrica.

El Capítulo II: Central Hidroeléctrica Cumbayá. Se describe brevemente sus instalaciones y funcionamiento, así como de sus partes más relevantes, lo que permite tener una idea global del funcionamiento y operación de la Central Hidroeléctrica Cumbayá.

El Capítulo III: Lógicas y secuencias de control. Describe el funcionamiento de los procesos que el módulo va a controlar y/o monitorear de tal manera que permite definir de forma general la constitución del módulo, el equipo necesario que va a contener el equipo y las variables a controlar.

El Capítulo IV: Experimentación y resultados. Se especifican las pruebas realizadas al sistema implementado para comprobar el correcto funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Cumbayá.

PRESENTACIÓN

En los últimos años la Empresa Eléctrica Quito S.A. ha iniciado procesos de automatización en todas sus divisiones, es así como en el año 2007, la Unidad de Modernización de Centrales (UMC) de la División de Generación, ha iniciado un proceso de automatización en todas las unidades de generación de energía eléctrica que posee la empresa; siendo la “Central Hidroeléctrica Nayón” la primera en contar con un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) para su control y monitoreo.

Este proceso de modernización en la División de Generación es producto del cambiante mundo tecnológico y de las exigencias que este nos pide, siendo el CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad) el que exige a la Empresa Eléctrica Quito S.A. según la regulación No. 005/08, enviar los datos en tiempo real de generación y regulación de energía hasta el CENACE (Centro Nacional de Control de Energía), de las Centrales de Generación, cuya potencia de generación es mayor a 5 MVA.

En la actualidad la UMC está trabajando en la modernización de la Central Hidroeléctrica Cumbayá que posee una capacidad total instalada de 40 MW, formada por cuatro generadores de 10 MW cada uno y como parte de este proyecto de automatización es el presente trabajo de tesis, el cual consiste en la implementación de un tablero automático de control de servicios generales, cuya función será la de monitorear y controlar las variables relevantes que son comunes a todas las unidades.

El tablero de control implementado cumple con los requerimientos técnicos y ambientales especificados por la Empresa Eléctrica Quito S.A. necesarios para el correcto y eficiente funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Cumbayá.

CAPÍTULO I

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1. INTRODUCCIÓN

La conversión de energía electromagnética relaciona las fuerzas eléctricas y magnéticas del átomo con la fuerza mecánica que se aplica a la materia y al movimiento. La energía mecánica se puede convertir en energía eléctrica y viceversa mediante dínamos. Aunque esta conversión puede producir también otras formas de energía, como calor y luz, para la mayor parte de los fines prácticos se mantienen al mínimo esas pérdidas de energía, y se logra una conversión relativamente directa en ambas direcciones. Se analizan las principales leyes de la teoría electromagnética que permitirán entender el proceso de generación de energía eléctrica.

1.2. PRINCIPIOS DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA¹

1.2.1. RELACIÓN ENTRE LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y LA FUERZA ELECTROMAGNÉTICA

Se han descubierto varios fenómenos electromagnéticos naturales que relacionan las energías mecánica y eléctrica. La facilidad con que se logra esa conversión se debe, realmente, al conocimiento de tales relaciones. Para la mayor parte de los fines prácticos, la conversión de energía eléctrica a mecánica y viceversa se puede considerar que es una reacción reversible. El grado en el cual no es reversible el proceso y se producen otras formas indeseables de energía en él, como energía calorífica, luminosa y química, ocasiona una pérdida de energía en el sistema electromecánico.

¹ KOSOW Irving. Máquinas eléctricas y transformadores. Madrid, España. 2001. 347 páginas.

Quizá los efectos electromagnéticos más importantes son los que relacionan la fuerza mecánica que se aplica a un cuerpo, es decir, a una masa que consiste de partículas cargadas, protones y electrones en movimiento, que hace que ese cuerpo se mueva, en presencia de campos eléctricos y magnéticos.

Los fenómenos implicados en la conversión de energía electromagnética de prácticamente todas las máquinas eléctricas giratorias dependen de dos principios electromagnéticos básicos que están estrechamente interrelacionados, inducción electromagnética y fuerza electromagnética.

1.2.2. LEY DE FARADAY DE LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA²

Antes del descubrimiento de Faraday, se generaba voltaje en un circuito mediante acción química como, por ejemplo, en una pila seca o en un acumulador. La contribución del descubrimiento de Faraday en 1831 fue la generación de un voltaje debido al movimiento relativo entre un campo magnético y un conductor de electricidad. A esto lo denominó Faraday voltaje inducido porque sólo se presentaba cuando había movimiento relativo entre el conductor y un campo magnético sin contacto físico real entre ellos.

El principio de la inducción electromagnética se comprende mejor con el diagrama que aparece en la *Figura 1.1*. El enunciado general de la Ley de Faraday puede ser el siguiente:

La magnitud del voltaje inducido en una espira única de conductor es proporcional a la velocidad de cambio de líneas de fuerza a través de (o que están enlazadas con) esa espira.

En 1845 Neumann cuantificó este enunciado en forma de una ecuación en la cual la magnitud de una fuerza electromotriz generada (FEM) es directamente proporcional a la rapidez de cambio de los eslabonamientos de flujo.

² KOSOW Irving. Máquinas eléctricas y transformadores. Madrid, España. 2001. 347 páginas.

$$E = \frac{\phi}{t} [V] \quad \text{Ec. 1.1}$$

Donde:

E = voltaje promedio generado por conductor [V].

ϕ = flujo magnético [Wb].

t = tiempo en el cual se enlazan líneas de flujo [s].

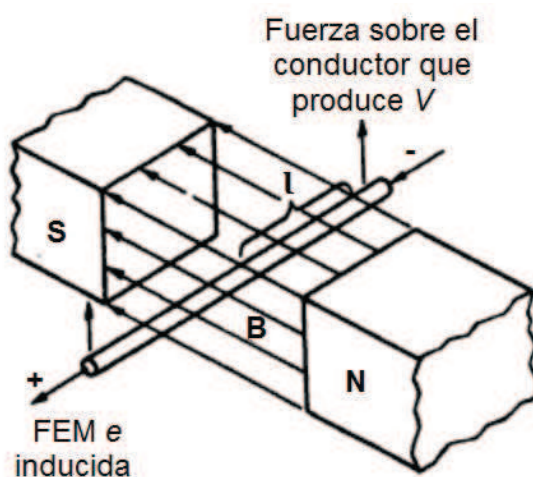


Figura 1.1. Conductor de longitud l que se mueve a través de un campo magnético B para generar una FEM.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

La cuantificación que hizo Neumann de la Ley de Faraday, tal como aparece en la Ec. 1.1, tiene validez sólo cuando el circuito magnético es físicamente igual en su terminación y en su principio y durante el periodo de cambio de los eslabonamientos de flujo. Sin embargo, en la máquina eléctrica rotatoria, el cambio de flujo que enlaza a cada vuelta durante la rotación, tanto de la armadura como del campo, no está definido claramente ni se mide con facilidad. Por lo tanto, es más cómodo expresar esta velocidad de cambio en términos de una densidad de flujo promedio, que se supone constante, y de la velocidad relativa entre este campo y un sólo conductor que se mueve a través de él.

En la *Figura 1.1*, para el conductor de longitud activa l , se puede expresar la FEM instantánea inducida como:

$$e = Blv [V] \quad \text{Ec. 1.2}$$

Donde:

e = fuerza electromotriz instantánea [V].

B = densidad de flujo [T].

l = longitud activa del conductor [m].

v = velocidad lineal relativa entre el conductor y el campo [m/s].

La *Ec. 1.1* y *Ec. 1.2* están sujetas a las siguientes restricciones, en la *Figura 1.1*, se supone que:

1. El campo B tiene densidad uniforme.
2. La fuerza que se aplica para mover el campo o el conductor, o ambos, produce un movimiento relativo uniforme entre ellos.
3. El conductor, el campo y la dirección en la cual se mueve el conductor con respecto al campo, son perpendiculares (ortogonales) entre sí.

En su mayor parte, para todo fin práctico las máquinas comerciales se diseñan de tal forma que se cumplen las dos primeras hipótesis. Aun cuando hay una variación en la condición de la carga, una vez que haya sucedido el cambio, se puede suponer que la nueva densidad de flujo y velocidad permanecerán constantes siempre que la condición dada de la carga sea constante.

Antes de considerar la tercera hipótesis, sería conveniente dedicar alguna atención a determinadas implicaciones; si, por ejemplo, se reduce a cero cualquier término en la *Ec. 1.2*, ya sea la densidad de flujo o la velocidad, entonces el voltaje inducido en el conductor dado será también cero. Para inducir una FEM en un conductor dado, es necesario por consiguiente que haya una

variación continua de eslabonamientos de flujo, es decir, se necesita de algún movimiento para que nuevas líneas de fuerza enlacen al conductor, o viceversa. La Ec. 1.2 no toma en consideración el hecho de que el conductor puede no ser perpendicular al campo magnético y también que su movimiento puede no ser perpendicular al campo magnético. Ambas posibilidades surgen en el funcionamiento de las máquinas comerciales.

Sin embargo, considérese el conductor que se muestra en la *Figura 1.2b* el cual se mueve a la misma velocidad de un campo de igual intensidad y dirección paralela al campo magnético. El voltaje inducido en este conductor es cero, es decir, el conductor no enlaza líneas nuevas de fuerza cuando se mueve paralelamente a un campo magnético. Ya que el producto Bv en la Ec. 1.2 representa la razón de cambio del eslabonamiento de flujo, es evidente que esta expresión debe ser igual a cero.

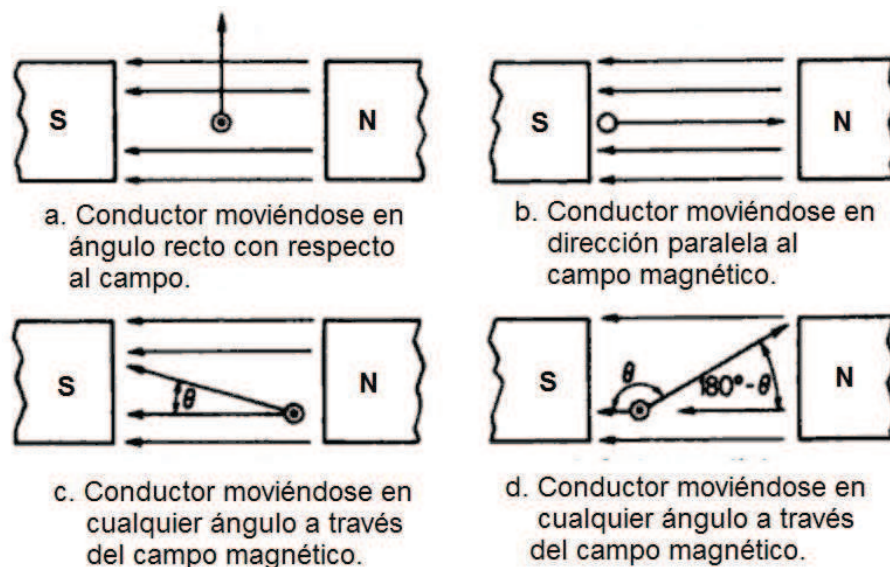


Figura 1.2. Efecto del cambio de los eslabonamientos de flujo en la FEM inducida en un conductor.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

Pero, mientras que la densidad de flujo y la velocidad, respectivamente, son las mismas tanto en la *Figura 1.2a* como en la *Figura 1.2b*, en el primer caso el

voltaje es máximo y en el último es cero. Ya que se supone invariable la longitud activa del conductor, es obvio que el producto Bv debe multiplicarse por determinado factor que tenga en cuenta la diferencia de la razón de cambio del eslabonamiento de flujo producido por una variación en la dirección del conductor. Se puede inferir en forma intuitiva que este factor es una función senoidal, ya que es cero a 0° y máximo a 90° . Para la FEM promedio de cualquier conductor que se mueva en cualquier dirección con respecto al campo magnético, como se muestra en la *Figura 1.2c* y *Figura 1.2d*.

$$E = Blv \text{ sen}\theta \text{ [V]} \quad \text{Ec. 1.3}$$

Donde todas las cantidades son las mismas que las de la *Ec. 1.2*, y θ es el ángulo que se forma entre B y v , tomando siempre a B como referencia.

1.2.3. DIRECCIÓN DE LA FEM INDUCIDA

Cuando se mueve un conductor en dirección hacia arriba, como se muestra en la *Figura 1.2c*, desde la parte inferior derecha hacia la parte superior izquierda, de tal manera que θ es menor que 90° , el voltaje inducido E tendrá la misma dirección y polaridad que la que aparece en la *Figura 1.2d*, en la cual θ es mayor que 90° . Como $\text{sen } \theta$ es positivo para todo ángulo entre 0° y 180° , E de la *Ec. 1.3* es positivo para todas las direcciones con respecto a B , desde 0° hasta 180° , es decir, para un movimiento general hacia arriba del conductor. Igualmente, si la fuerza que se aplica al conductor tiende a moverse hacia abajo, como se muestra en la *Figura 1.4b*, la dirección del voltaje inducido será opuesta a la que aparece en la *Figura 1.2*. Como $\text{sen } \theta$ es negativo para todo ángulo entre 180° y 360° , θ de la *Ec. 1.3* es negativo para todas las direcciones generales hacia abajo. Sin embargo, si el campo magnético se invirtiera, las polaridades se invertirían. Así, la referencia básica para la polaridad y para el ángulo θ en la *Ec. 1.3* es la dirección del campo magnético.

1.2.4. FUERZA ELECTROMAGNÉTICA

La *Figura 1.3* muestra un conductor portador de corriente ubicado en un campo magnético uniforme. Existirá una fuerza electromagnética entre el conductor y el campo siempre que dicho conductor, portador de corriente, se coloque en un campo magnético en una posición tal que exista una componente de la longitud activa del conductor perpendicular al campo.

Esto es, si un conductor se inserta o está en un campo magnético, y se aplica un voltaje al conductor de modo que pase la corriente a través de él, se desarrollará una fuerza y el conductor tenderá a moverse al campo o viceversa. A este principio se le denomina “acción motor”.



Figura 1.3. Conductor de longitud l que lleva una corriente I en un campo magnético B , y desarrolla una fuerza resultante F .

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

1.2.5. DIRECCIÓN DE LA FUERZA ELECTROMAGNÉTICA

Como se puede ver en la *Figura 1.3b* el campo magnético generado por el conductor causa atracción del campo principal sobre el conductor y repulsión debajo del mismo. La distorsión resultante del campo magnético principal creada por el campo del conductor se muestra en la *Figura 1.3c*.

La tendencia de la interacción de los dos campos es, por tanto, forzar el conductor en una dirección hacia arriba como se muestra en la *Figura 1.3c*.

1.2.6. REGLA DE FLEMING

La regla de Fleming se divide en dos reglas importantes que son: regla de la mano derecha, acción de generador y regla de la mano izquierda, acción de motor.

a) REGLA DE LA MANO DERECHA, ACCIÓN DE GENERADOR

La regla de Fleming de la mano derecha supone que el campo es estacionario y que el conductor se mueve con respecto a dicho campo. Como el voltaje inducido depende del movimiento relativo entre el conductor y el campo, se puede aplicar al caso de un conductor estacionario y un campo móvil, pero con la hipótesis de que el conductor se mueve en la dirección contraria. Como el pulgar en la *Figura 1.4a* indica la dirección del movimiento relativo del conductor hacia arriba solamente, la dirección en la figura de la FEM inducida representaría un movimiento hacia abajo del campo con respecto al conductor estacionario. Si se usa el pulgar para representar al movimiento del conductor, el índice para representar la dirección del campo magnético y el dedo medio para representar a la FEM inducida, se puede verificar la dirección de la FEM en la *Figura 1.4b*, que es opuesta a la de la *Figura 1.4a*, debido a que se ha invertido su dirección.

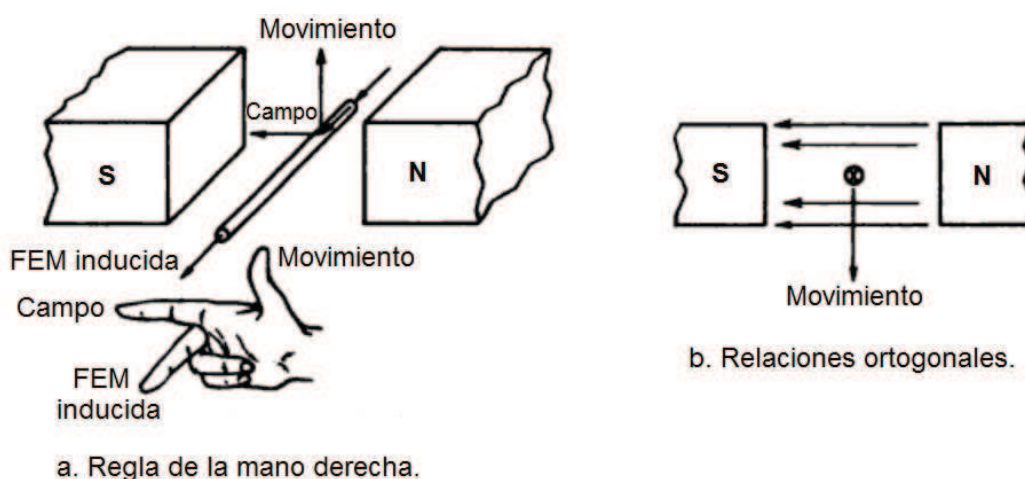


Figura 1.4. Regla de Fleming de la mano derecha.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

b) REGLA DE LA MANO IZQUIERDA, ACCIÓN DE MOTOR

Las relaciones entre la dirección de corriente en el conductor, la dirección del campo magnético y la dirección de la fuerza desarrollada sobre el conductor se pueden apreciar mediante la regla de la mano izquierda que se muestra en la *Figura 1.5a*, para las mismas condiciones de la *Figura 1.3*. El dedo índice indica la dirección del campo de norte a sur, el dedo medio indica la dirección del flujo de la corriente y el pulgar apunta en la dirección de la fuerza que se desarrolla en el conductor.

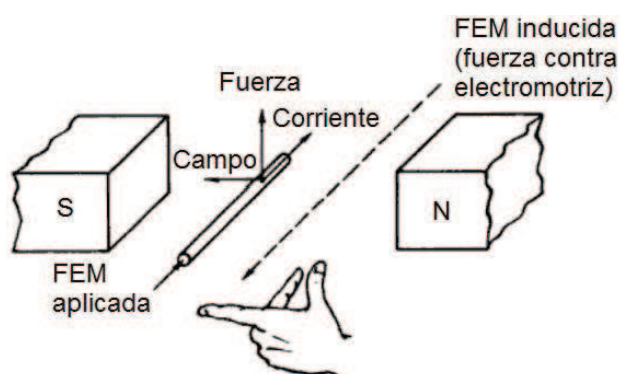


Figura 1.5. Regla de mano izquierda.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

1.2.7. LEY DE LENZ³

La energía eléctrica producida por la inducción electromagnética, necesita de la adición de energía mecánica de acuerdo con la ley de la conservación de la energía. La energía para la inducción electromagnética no la suministra el campo magnético, ya que el campo ni cambia ni se destruye en el proceso. Las direcciones del voltaje y la corriente inducidos en el conductor, representadas en la *Figura 1.2* y *Figura 1.4*, tienen una relación definida mediante la Ley de Lenz:

En todos los casos de inducción electromagnética, un voltaje inducido hará que fluya una corriente en un circuito cerrado en dirección tal que su efecto magnético se oponga al cambio que la produce.

³ KOSOW Irving. Máquinas eléctricas y transformadores. Madrid, España. 2001. 347 páginas.

El enunciado de la Ley de Lenz implica una causa y un efecto que se opone a una causa. La causa implicada no es necesariamente el movimiento del conductor que resulta de una fuerza mecánica, sino un cambio en los eslabonamientos de flujo. El efecto implicado es una corriente, debido a un voltaje inducido, cuyo cambio se opone a la causa. Así, en todos los casos de inducción electromagnética, siempre que se tiene un cambio en el flujo, se induce un voltaje que tiende a establecer una corriente en dirección tal que se produzca un campo que se oponga al cambio en el flujo que enlaza las vueltas (bobinas) del circuito.

Considerar al conductor que aparece en la *Figura 1.6a* como un generador elemental que se mueve mediante alguna máquina en dirección hacia arriba, tal como se indica. Si se conecta alguna carga eléctrica a este generador elemental, la corriente tenderá a pasar en el conductor en la misma dirección que la FEM, produciendo un campo magnético alrededor del mismo como se indica en la *Figura 1.6b*. El campo magnético en sentido contrario al de las manecillas del reloj que rodea al conductor repele al campo magnético arriba de él y atrae al campo magnético debajo de él; es decir, la corriente inducida produce un campo que se opone al movimiento que la origina. La tendencia del campo magnético es, por lo tanto, de tal naturaleza, según la Ley de Lenz, que se opone al movimiento del conductor hacia arriba.



Figura 1.6. Ilustración de la Ley de Lenz.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

1.2.8. COMPARACIÓN ENTRE LA ACCIÓN DE MOTOR Y ACCIÓN DE GENERADOR

La acción de generador se muestra en la *Figura 1.5b*, en la que una fuerza mecánica mueve un conductor hacia arriba induciendo una FEM en la dirección indicada. Cuando fluye una corriente como resultado de esta FEM, habrá un conductor portador de corriente existente en un campo magnético; por lo tanto, se desarrolla la acción motor. Representada como línea segmentada en la *Figura 1.5b*, la fuerza desarrollada como resultado de la acción de motor se opone al movimiento que la produjo. Se puede afirmar categóricamente que la acción de generador y la acción de motor se presentan simultáneamente en toda máquina eléctrica rotativa. Por tanto, la misma máquina puede hacerse trabajar ya sea como motor, o como generador.

Una representación más gráfica en términos de elementos rotativos se presenta en la *Figura 1.7*, que compara el motor y generador elementales para la misma dirección de rotación y muestra los circuitos eléctricos de cada uno.

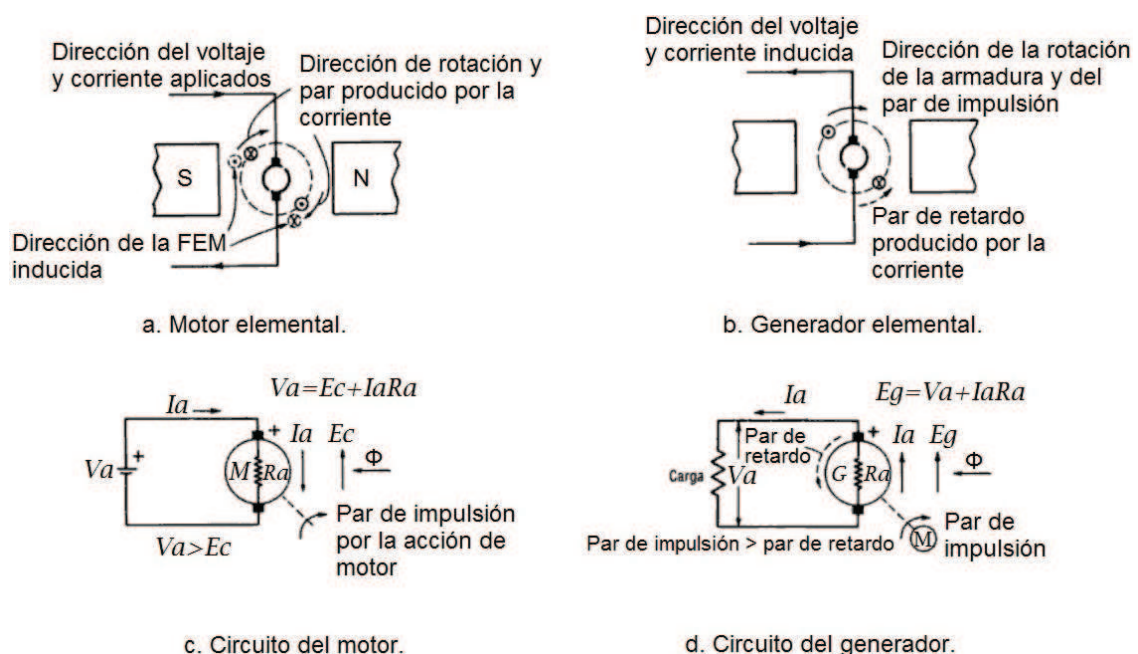


Figura 1.7. Acción elemental de motor en comparación con la acción de generador.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

1.3. GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA⁴

1.3.1. GENERADORES ELEMENTALES

Los generadores elementales descritos anteriormente no son prácticos debido a varias razones, una de ellas es que tales generadores necesitarían de una máquina motriz que impartiera el movimiento lineal o recíproco al conductor. Las máquinas motrices comerciales, tales como la máquina de vapor que produce movimiento giratorio. Por lo tanto, los conductores en la mayor parte de los generadores comerciales giran alrededor de un eje central.

Aunque las máquinas comerciales tienen muchas bobinas, y cada una de ellas consiste de conductores individuales y espiras conectadas en serie, es conveniente extrapolar de una bobina elemental de una sola espira (una espira tiene dos conductores) que giran en el sentido de las manecillas del reloj en un campo bipolar, como se muestra en la *Figura 1.8*. La dirección de la FEM inducida en cada conductor o lado de bobina se puede determinar mediante la regla de Fleming de la mano derecha o mediante la ley de Lenz anteriormente descritas.

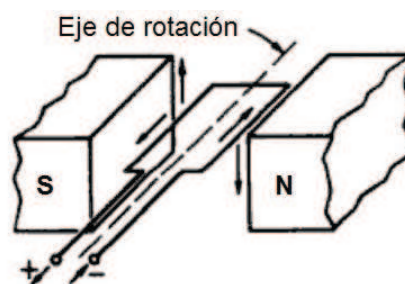


Figura 1.8. Generador elemental de dos polos.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

1.3.2. POLARIDAD DE UN GENERADOR ELEMENTAL

La polaridad del generador elemental de dos polos de la *Figura 1.8*, marca como positivo al conductor del lado izquierdo y negativo al del lado derecho. Este

⁴ KOSOW Irving. Máquinas eléctricas y transformadores. Madrid. 2001. 347 páginas.

señalamiento de la polaridad puede originar algo de confusión ya que en el flujo convencional de la corriente se supone que ésta pasa de la terminal positiva a la negativa. Sin embargo, en la designación no hay inconsistencia alguna. Si se conectara una carga externa a las terminales, como se muestra en la *Figura 1.8*, la corriente pasaría de la terminal positiva, a través de la carga, y regresaría a la terminal negativa de la fuente. Como una bobina de generador, y ciertamente todo el generador, son una fuente de FEM, su polaridad se determinará siempre por la dirección del flujo de la corriente que produce una carga externa.

1.3.3. FEM SENOIDAL GENERADA POR EL GIRO DE UNA ESPIRA EN UN CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME A VELOCIDAD CONSTANTE

Si la bobina de una sola espira de la *Figura 1.8* que gira en un campo magnético uniforme a velocidad constante, como se muestra en la *Figura 1.9a*, la FEM inducida en un lado determinado de la espira variará a medida que ésta pase por las diferentes posiciones, de la 0 a la 7.

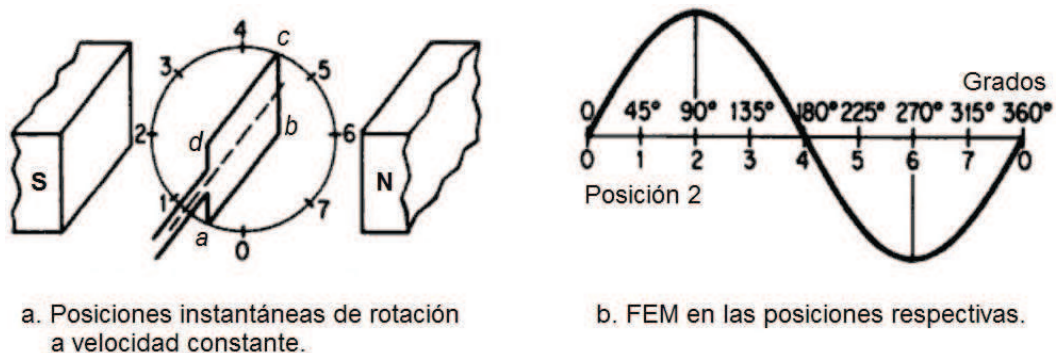


Figura 1.9. FEM generada por una espira que se mueve en un campo magnético uniforme.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

Usando como referencia el lado *ab* de la espira, obsérvese que cuando este lado está en la posición 0, que se indica en la *Figura 1.9a*, la FEM inducida en una espira es cero, ya que el conductor *ab* (así como el *cd*) se mueve en forma paralela al campo magnético y no experimenta cambio en acoplamientos inductivos. Cuando el conductor *ab* pasa a la posición 1, girando en el sentido de

las manecillas del reloj, corta el campo magnético uniforme en un ángulo oblicuo de 45° . La FEM inducida en este conductor que se mueve hacia arriba con respecto a una carga externa será positiva. La variación de voltaje se muestra en forma grafica en la *Figura 1.9b*, en la cual la FEM es positiva en la posición 1.

Cuando la espira alcanza los 90° , en la posición 2, el conductor *ab* tiene el número máximo de eslabonamientos de flujo porque se mueve en forma perpendicular al campo magnético y tiene el valor positivo máximo. La posición 3, que corresponde a una rotación de 135° , da una FEM en el lado *ab* de la espira que es idéntica a la que se produce en la posición 1 ($\text{sen } 135^\circ = \text{sen } 45^\circ$) con polaridad positiva, porque el conductor se mueve hacia arriba todavía; sin embargo, la variación en el eslabonamiento de flujo se lleva a cabo a una menor rapidez que en la posición 2.

Cuando el conductor *ab* alcanza los 180° , en la posición 4, la FEM inducida de nuevo es cero, ya que no se tiene cambio en eslabonamiento de flujo cuando un conductor se mueve en forma paralela a un campo magnético. En la posición 5, que corresponde a 225° , la FEM inducida en el conductor *ab* se invierte, ya que éste se mueve ahora hacia abajo en el mismo campo magnético uniforme. La FEM inducida aumenta hasta un máximo negativo a 270° , posición 6, y finalmente disminuye pasando por la posición 7 hasta ser de nuevo cero en la posición 0.

1.3.4. ACOPLAMIENTO DE GENERADORES

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada. Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades

adicionales que puedan conectarse al sistema eléctrico de potencia, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos. Se acostumbra en una estación generadora determinada emplear una unidad grande que maneje la demanda mínima y agregar unidades más pequeñas a medida que la demanda aumenta en un período de 24 horas.

El acoplamiento de generadores esta sustentando principalmente por las siguientes características:

- a) Sistema típico de potencia de corriente alterna.
- b) Ventajas del funcionamiento de generadores en paralelo.
- c) Condiciones para conectar generadores en paralelo.

a) SISTEMA TÍPICO DE POTENCIA DE CORRIENTE ALTERNA

En la *Figura 1.10* se puede observar un sistema típico de potencia con sus etapas que son:

1. La *generación* es el proceso de convertir energía de alguna forma alterna en energía eléctrica mediante un proceso que se conoce como conversión de energía electromagnética.
2. La *elevación* es el proceso mediante el cual un grupo de transformadores elevan el voltaje generado a los niveles de transmisión.
3. La *transmisión* es el proceso mediante el cual la energía se transfiere, en general a distancias relativamente grandes, mediante líneas de transmisión.
4. La *reducción* es el proceso mediante el cual un grupo de transformadores reduce el voltaje de transmisión a niveles de distribución.
5. La *distribución* es el proceso mediante el cual se suministra energía a diversas estaciones de distribución en una zona dada.
6. La *utilización* es el proceso mediante el cual la energía eléctrica se conduce al punto en el cual se consume, es decir, se convierte de energía eléctrica a alguna otra forma como calor, luz, energía mecánica o química

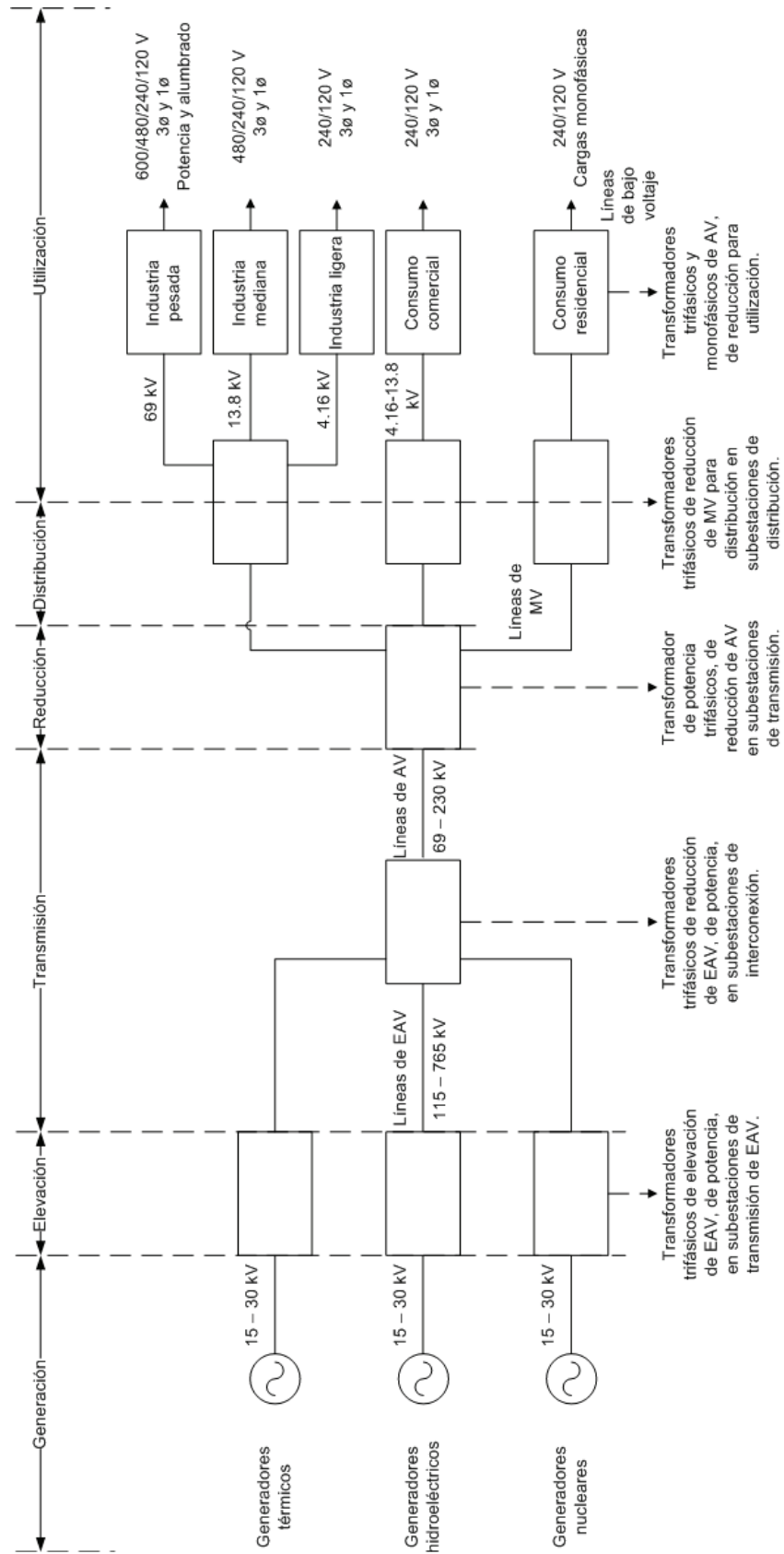


Figura 1.10. Sistema típico de potencia.

Fuente: KOSOW Irving, máquinas eléctricas y transformadores.

b) VENTAJAS DEL FUNCIONAMIENTO DE GENERADORES EN PARALELO

Son muy numerosas las ventajas de la subdivisión de un sistema de generación en varias estaciones pequeñas, tanto desde el punto de vista económico como estratégico. Estas ventajas se aplican también al empleo de varias unidades generadoras más bien que una sola grande. Las ventajas principales del funcionamiento en paralelo, tanto desde el punto de vista del sistema como de la estación de generación, son las siguientes:

1. Si se descompone una unidad grande única por cualquier motivo, no trabaja la estación generadora; mientras que si se necesita reparar una de varias unidades más pequeñas, las demás, también pequeñas, quedan disponibles todavía para dar el servicio necesario.
2. Una unidad única grande, para que trabaje con eficiencia, se debe cargar su capacidad. No es económico trabajar una unidad grande con cargas pequeñas. Si se tienen varias unidades más pequeñas trabajando en paralelo, se pueden quitar o agregar a medida que fluctúen las demandas de servicio; y cada unidad puede hacerse trabajar cerca de su capacidad nominal, dando así la máxima eficiencia en la estación generadora y en el sistema.
3. En caso de reparaciones o interrupciones para fines de mantenimiento, las unidades más pequeñas lo facilitan desde el punto de vista de las piezas de repuesto, las piezas de reserva y el servicio a las unidades.
4. Cuando se eleva la demanda promedio del sistema y estaciones generadoras, se pueden adquirir unidades adicionales para agregarlas y mantener el mismo paso de esta demanda. De esta manera es menor el costo inicial del capital y el crecimiento corresponde al aumento de la demanda promedio.

Por estas razones, se aconseja el funcionamiento en paralelo de unidades generadoras.

c) **CONDICIONES PARA CONECTAR GENERADORES EN PARALELO**

Antes de efectuar el acoplamiento en paralelo de un alternador, es preciso estar seguros de que se cumplan las siguientes condiciones:

1. Los valores efectivos del voltaje son los mismos, es decir, todas las máquinas deben tener el mismo voltaje nominal efectivo.
2. Los voltajes de todos los alternadores conectados en paralelo deben tener la misma forma de onda.
3. Los voltajes deben ser exactamente opuestos en fase, con respecto a dos alternadores o a un alternador dado y la barra.
4. Las frecuencias de todos los alternadores que se vayan a conectar en paralelo deben ser las mismas, es decir, los productos de sus polos y sus velocidades deben ser los mismos.
5. Las curvas características combinadas de voltaje general del alternador y velocidad de la máquina motriz deben bajar con aplicación de carga.
6. La secuencia de fases de los voltajes polifásicos del alternador que entra debe ser las mismas que la de la barra de distribución.

1.3.5. CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA⁵

En general los sistemas de generación de energía eléctrica se diferencian por el período del ciclo en el que está planificado que sean utilizados y por el tipo de energía a utilizar en el proceso de conversión de energía

Las centrales de generación de energía eléctrica se clasifican principalmente en: centrales termoeléctricas (CT), centrales hidroeléctricas (CH), centrales eólicas, centrales nucleares y centrales fotovoltaicas.

La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los tres primeros tipos de centrales reseñados. Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Generación_de_energía_eléctrica.

alternador, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada.

1.4. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS⁶

Una central hidroeléctrica es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa situada a más alto nivel que la central. El agua se lleva por una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante enormes turbinas hidráulicas se produce la electricidad en alternadores.

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

La potencia, que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo turbinable, además de las características de la turbina y del generador.

La energía garantizada en un lapso determinado, generalmente un año, que está en función del volumen útil del embalse, de la pluviometría anual y de la potencia instalada.

1.4.1. COMPONENTES DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Los elementos característicos de una central hidroeléctrica son:

- a) La presa o reservorio.
- b) Tubería de presión.
- c) Chimenea de equilibrio.
- d) Casa de máquinas.
- e) Canal de desagüe.
- f) Patio de elevación.

⁶ Empresa Eléctrica Quito S.A. Operación de centrales y subestaciones. Quito. 2007. 60 páginas.

g) Motor hidráulico.

Además se los puede observar en la *Figura 1.11*.

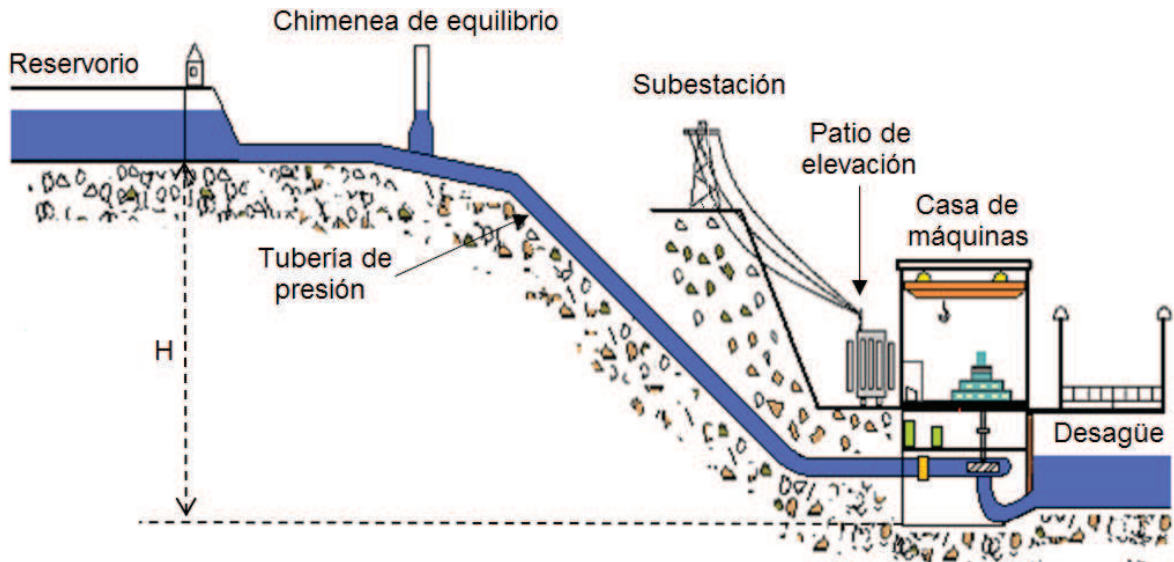


Figura 1.11. Partes componentes de una central hidráulica.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A., Operación de centrales y subestaciones.

a) PRESA O RESERVORIO

En la generalidad de los aprovechamientos hidráulicos, la presa es un elemento esencial y su configuración depende en gran medida de las características orográficas tanto de terreno como del curso del agua sobre el cual se instala el aprovechamiento. Esto da lugar a soluciones distintas que, a su vez, se materializan en presas distintas.

Existen dos grandes tipos de presas, de las cuales se derivan todas las demás: las presas de gravedad y las de bóveda. En las primeras, la contención se realiza por el propio peso del muro de la presa. La mole de esta pared es, a veces, tan importante que, sin afectar a la seguridad de la instalación permite economizar materiales de construcción. Se dice entonces que es una presa de gravedad aligerada. El segundo tipo de presa (las de bóveda) consigue la contención de las

aguas y la estabilidad del muro mediante el empuje que los extremos del arco formado por la presa ejercen sobre las paredes laterales de la roca.

b) TUBERÍA DE PRESIÓN

En las instalaciones hidroeléctricas, las tuberías de presión o tuberías forzadas, tienen por objeto conducir el agua desde el tanque de presión a las turbinas cuando, por causa de la altura del salto, se precisa tal disposición para transformar la energía potencial de posición que tiene el agua en la cámara de presión, en energía potencial presión, que tiene junto a la turbina y al final de la conducción forzada.

c) CHIMENEAS DE EQUILIBRIO

Además en las tuberías de presión se colocan torres o chimeneas de equilibrio las cuales evitan las sobrepresiones en las tuberías forzadas y en los álabes de las turbinas producidas debido a las variaciones de carga del alternador o a condiciones imprevistas.

d) CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas es toda la estructura física donde se montan los generadores y todo lo necesario para su operación, es decir, es el lugar donde se encuentran los equipos eléctricos, mecánicos e hidráulicos necesarios para la generación como el alternador, el motor hidráulico, el regulador de voltaje y otros.

e) CANAL DE DESAGÜE

El canal de desagüe llamado también canal de descarga, recoge el agua a la salida de la turbina para devolverla nuevamente al río en el punto conveniente.

A la salida de las turbinas, el agua tiene todavía una velocidad importante y, por lo tanto, bastante poder erosivo y para evitar socavaciones del piso o paredes hay que revestir cuidadosamente el desemboque del agua de las turbinas.

En saltos bajos en que conviene perder poco desnivel, el canal de desagüe ha de ser corto. En saltos de gran altura y, especialmente en aquellos en que el agua arrastra poco o ningún material sólido, el canal de desagüe puede ser de mayor longitud.

f) PATIO DE ELEVACIÓN

El patio de elevación es el lugar donde se encuentran los transformadores necesarios para elevar el voltaje generado por los generadores a niveles adecuados para su transporte para posteriormente llevar este voltaje a una subestación y de esta manera continuar con la distribución de energía eléctrica.

g) MOTOR HIDRÁULICO⁷

Se denomina, en general, motores hidráulicos a los que aprovechan la energía cinética producida por el movimiento del agua al desplazarse entre dos alturas diferentes; es decir, los que aprovechan la energía cinética del agua al caer desde una cota elevada a otra cota más baja.

Las turbinas hidráulicas tienen formas constructivas muy variadas para adaptarse a las distintas características de altura y caudal de los saltos de agua que se han de aprovechar. De esta manera se tienen turbinas de acción y turbinas de reacción; las turbinas de acción son aquellas en el que el chorro de agua que impulsa las paletas o álabes no sufre desviación mientras que las turbinas de acción son aquellas en las que la dirección de salida del chorro de agua que impulsa las paletas, no coincide con la dirección de entrada del mismo chorro.

También hay turbinas radiales si el agua choca radialmente sobre la rueda motriz o rodete de la turbina, turbinas axiales, si el agua choca siguiendo la dirección del eje de la turbina y turbinas radiales – axiales, si la entrada del agua se efectúa radialmente y la salida se realiza en la dirección del eje. Además hay turbinas de eje horizontal y turbinas de eje vertical.

⁷ RAMÍREZ José, BELTRÁN Lorenzo. Máquinas motrices generadores de energía eléctrica. Barcelona. 1996. 827 páginas.

En el cuadro de la *Figura 1.12* se exponen las turbinas hidráulicas más empleadas en la actualidad.

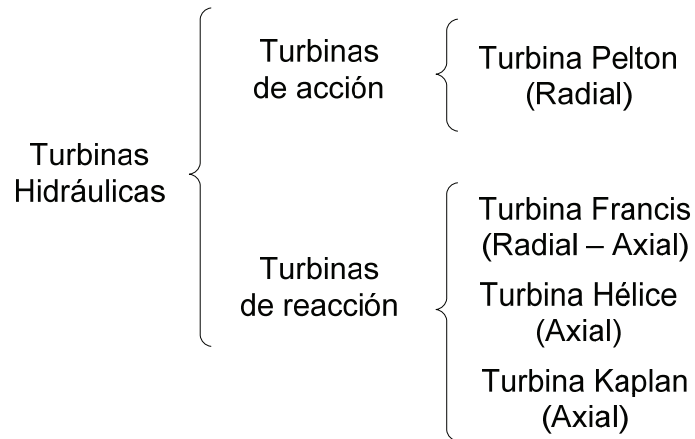


Figura 1.12. Tipos de turbinas hidráulicas.

Fuente: RAMÍREZ J, BELTRÁN L. Máquinas motrices generadores de energía eléctrica.

Las *turbinas Francis* son turbinas de reacción que se emplean para caudales y alturas medios. En la *Figura 1.13* se puede observar una turbina Francis en semicorte axial de la firma francesa NEYRPIC, de 100000 CV de potencia, 333 r.p.m. para un salto de 179 m.

En la figura se puede observar el rodete o parte móvil de la turbina (1 en la figura), constituido por un cierto número de paletas o álabes que, en este tipo de turbinas, tienen sus extremidades externas inferiores unidas por una llanta o corona que las envuelve; el número de álabes oscila entre 16 y 21 dependiendo del tipo de construcción.

El agua procedente de la tubería forzada entra perpendicularmente al eje de la turbina y sale paralela a él. La parte por la que entra el agua en la turbina se denomina cámara de descarga (2 en la figura) y se construye de chapas de acero o de hormigón. El agua después de pasar por el rodete, impulsando a éste y haciéndole girar, sale por un tubo construido de chapas de hierro o de hormigón, que se denomina tubo de aspiración (3 en la figura).

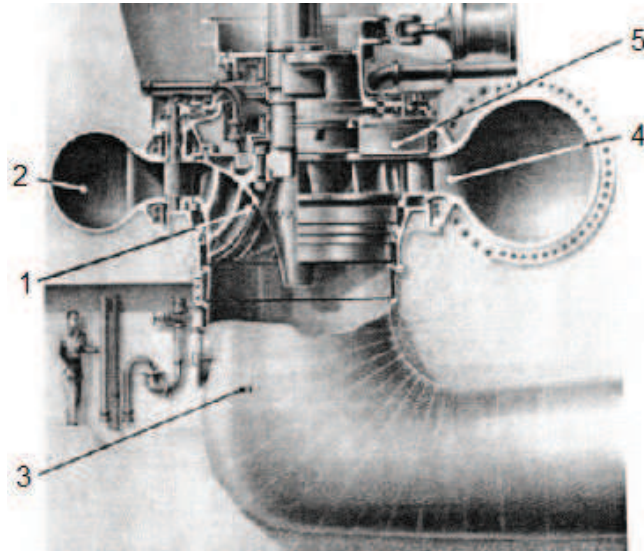


Figura 1.13. Turbina Francis, semicorte axial.

Fuente: RAMÍREZ J, BELTRÁN L. Máquinas motrices generadores de energía eléctrica.

Para regular el caudal de agua que entra en el rodete se utilizan unas paletas directrices situadas en forma circular, y cuyo conjunto se denomina distribuidor (4 en la figura). Cada una de las paletas directrices se mueve sobre un pivote, de tal forma que llegan a tocarse en la posición de cerrado, en cuyo caso no entra agua en el rodete, y tienen sus caras casi paralelas en la posición de abierto, en cuyo caso el caudal de agua recibido por el rodete es máximo. El conjunto de paletas directrices del distribuidor se acciona por medio de un anillo móvil (5 en la figura), al que están unidas todas las paletas directrices, y este anillo móvil, a su vez accionado por el regulador de velocidad de la turbina.

1.4.2. CENTRALES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

La Empresa Eléctrica Quito S.A. cuenta con seis centrales de generación de energía eléctrica, cinco centrales hidroeléctricas: Cumbayá, Nayón, Guangopolo, Los Chillos, Pasochoa y una central termoeléctrica: Gualberto Hernández; de las cuales cuatro centrales se encuentran dentro de la regulación del CONELEC, estas son Cumbayá, Nayón, Guangopolo y Gualberto Hernández.

CAPÍTULO II

CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ

2.1. INTRODUCCIÓN

La Central Hidroeléctrica Cumbayá fue fundada en el año de 1957 en el Valle de Cumbayá, su proceso de construcción fue en dos etapas de generación comprendidas por el número de generadores instalados, en la actualidad la primera etapa está comprendida por dos generadores, el generador 1 y 2 (G1 y G2 en la *Figura 2.1*), la segunda etapa también consta de dos generadores, el generador 3 y 4 (G3 y G4 en la *Figura 2.1*). La primera etapa tiene la tubería de presión A y la segunda es alimentada por la tubería de presión B como se puede observar en la *Figura 2.1*. La adición de estas dos etapas da la capacidad instalada de 40 MW.

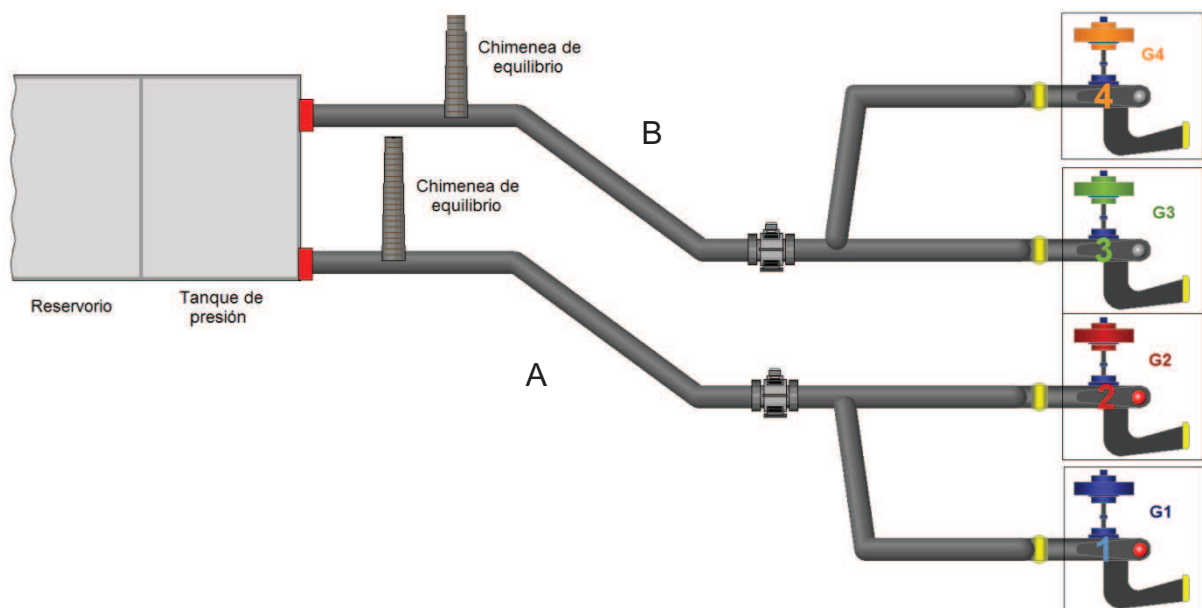


Figura 2.1. Diagrama de etapas de generación CH. Cumbayá.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A. Sistema SCADA CH. Cumbayá.

2.2. PARTES COMPONENTES

En este apartado se describe brevemente las principales partes que componen la Central Hidroeléctrica Cumbayá, para ello se utiliza la *Figura 2.2*

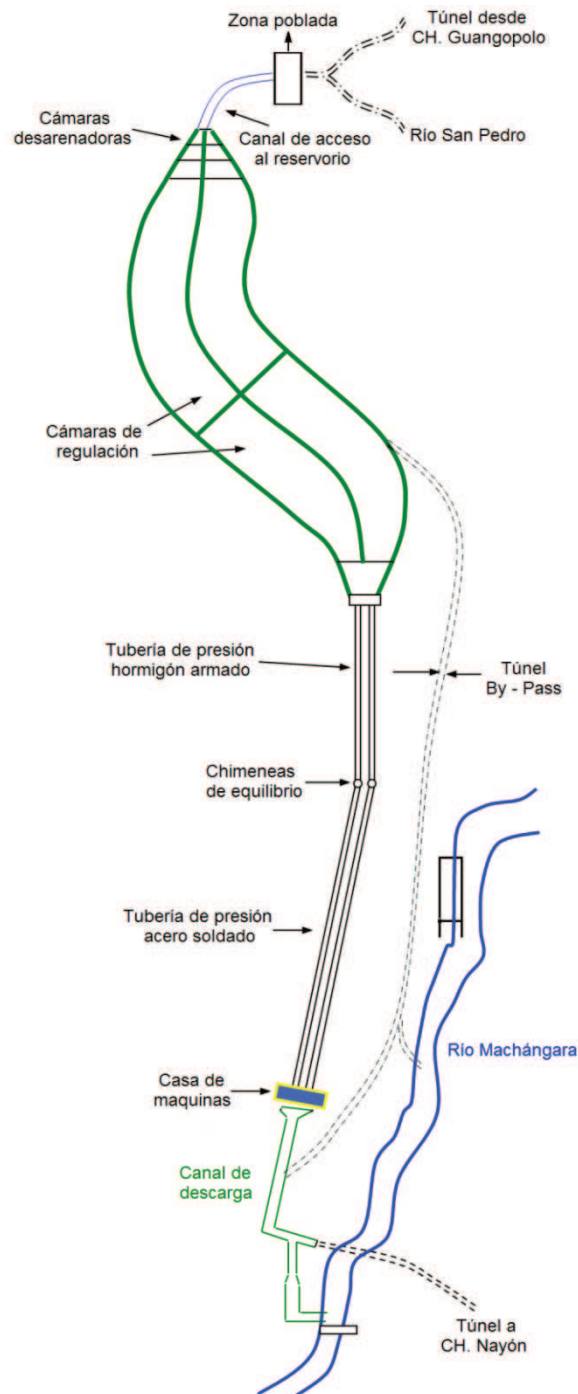


Figura 2.2. Partes componentes de la Central Hidroeléctrica Cumbayá.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A. CH. Cumbayá – Datos técnicos.

Los elementos constructivos más relevantes son:

1. Canal de acceso al reservorio.
2. Reservorio.
3. Tubería de presión.
4. Casa de máquinas.
5. Canal de descarga.
6. Patio de elevación.

2.2.1. CANAL DE ACCESO AL RESERVORIO

La Central Hidroeléctrica Cumbayá capta directamente las aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica Guangopolo, además los remanentes del río San Pedro mediante una boca – toma auxiliar, como se puede ver en la *Figura 2.3* y son conducidas hasta el reservorio mediante un túnel de 8,5 km de longitud por 3 m de diámetro interior, a razón de 21 m³/s.



Figura 2.3. Canal de acceso al reservorio de la CH. Cumbayá.

2.2.2. RESERVORIO

En la *Figura 2.4*, se presenta un esquema ilustrativo de las partes que componen el reservorio, y estas son:

- a) Ingreso al reservorio.
- b) Cámaras desarenadoras y cámaras de regulación.
- c) Túnel By – Pass.
- d) Tanque de presión.
- e) Rejillas filtradoras.

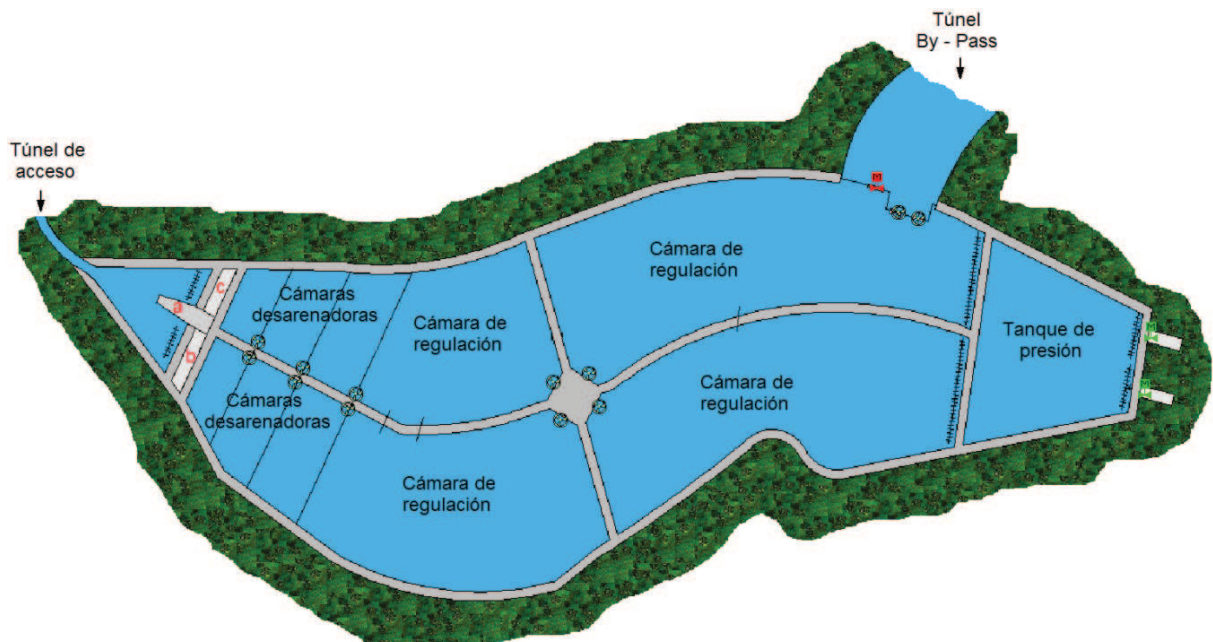


Figura 2.4. Reservorio CH. Cumbayá.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A. Sistema SCADA CH. Cumbayá.

a) INGRESO AL RESERVORIO

El ingreso del agua al reservorio está restringido mediante compuertas radiales como se puede ver en la *Figura 2.5*, que se encuentran ubicadas al final del canal de acceso, lugar denominado por la Empresa Eléctrica Quito como compuerta 10.

Así, las compuertas radial 1 y radial 2 se encuentran ubicadas al lado derecho del ingreso al reservorio, mientras que las compuertas radial 3 y radial 4 se encuentran ubicadas al lado izquierdo del ingreso al reservorio.



a. Compuerta radial 1 y radial 2.



b. Compuerta radial 3 y radial 4.

Figura 2.5. Compuertas radiales de ingreso de agua al reservorio.

Además el ingreso al reservorio cuenta con una compuerta para el aliviadero como se puede ver en la *Figura 2.6*, esta permite el flujo de agua desde el canal de ingreso al reservorio hasta el río sin que esta pase previamente por el reservorio y se la utiliza cuando se hace mantenimiento al reservorio, especialmente a las cámaras desarenadoras.



Figura 2.6. Compuerta de acceso al aliviadero.

b) CÁMARAS DESARENADORAS Y CÁMARAS DE REGULACIÓN

El reservorio cuenta con seis cámaras desarenadoras y cuatro cámaras de regulación como se puede ver en la *Figura 2.4*; las cámaras de desarenadoras permiten sedimentar la arena que viene con el agua, mientras que las cámaras de regulación permiten regular el caudal acumulando un volumen de agua en horas de poca demanda para ser utilizada en horas pico.

c) TÚNEL BY – PASS

El túnel by – pass está constituido de una compuerta radial de acceso al mismo, y el canal de disipación. El túnel by – pass permite liberar parte del agua retenida sin que ésta pase previamente por la sala de máquinas, en casos de mantenimiento o cuando exista excesiva cantidad de agua en el reservorio como se puede ver en la *Figura 2.7*.



Figura 2.7. Acceso al túnel by – pass.

El canal de disipación permite desviar el agua hacia el río Machángara como se puede observar en la *Figura 2.8*. Así, si las compuertas del canal de disipación se

encuentran cerradas el agua desembocará en el canal de descarga mientras que si se abren las compuertas del canal de disipación el agua desembocará en el río Machángara. Estas compuertas solo se abren cuando se desea hacer un mantenimiento en el reservorio, es decir, cuando se tenga que retirar el exceso de sedimentos del mismo, caso contrario permanecen cerradas. Este canal cuenta con dos actuadores, MOV151 y MOV152, que se encuentran ubicados aproximadamente en el 75% del recorrido total del canal de descarga.

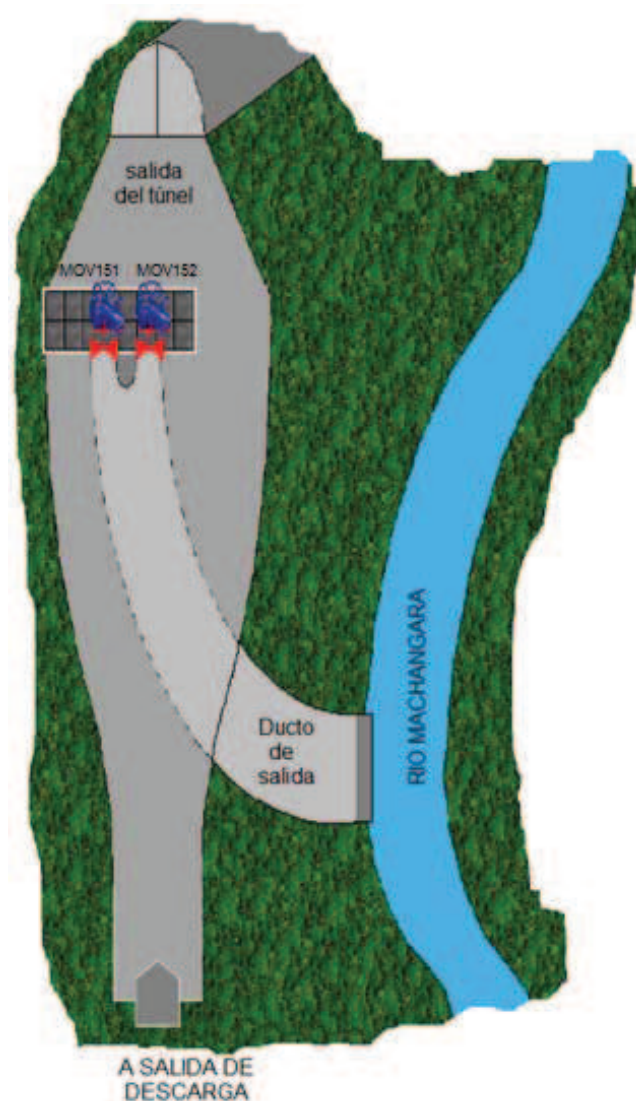


Figura 2.8. Canal de disipación.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A. Sistema SCADA CH. Cumbayá.

d) TANQUE DE PRESIÓN

Otra parte principal del reservorio es el tanque de presión, al que la Empresa Eléctrica Quito le ha denominado tanque de cabeza o más conocido como compuerta 19, *Figura 2.9*; en esta existen dos compuertas radiales, cada una de estas sirve de acceso para cada etapa de generación, es decir, para cada una de las tuberías de presión existentes.



Figura 2.9. Tanque de presión reservorio CH Cumbayá.

e) REJILLAS FILTRADORAS

Las rejillas filtradoras se utilizan como filtros para impedir el paso de desechos sólidos de mediano y gran tamaño como ramas de árboles los cuales pueden causar daños a las partes mecánicas de la central como son las turbinas. Estas rejillas se encuentran en los lugares más vulnerables, es decir, en el acceso a cada sector del reservorio. Así, se tiene rejillas en el acceso al reservorio, entre las cámaras de regulación y en el ingreso a las tuberías de presión en el tanque de presión.

2.2.3. TUBERÍA DE PRESIÓN

Como se puede ver en la *Figura 2.10* la Central Hidroeléctrica Cumbayá cuenta con dos tuberías de presión y para cada una de ellas una chimenea de equilibrio para evitar las sobrepresiones que existe en estas debido a la variación en la carga del generador o por alguna parada de emergencia en el generador.

El primer tramo de las tuberías de presión es de hormigón armado seguido de las chimeneas de equilibrio y a continuación el tramo final de la tubería de presión que es de acero soldado que recorre hasta el sector de la sala de válvulas ubicada en la parte inferior de la casa de máquinas.



Figura 2.10. Tubería de presión y chimeneas de equilibrio.

Una vez que llega la tubería de presión hasta la sala de válvulas, es limitada por una válvula de admisión o también conocida como válvula mariposa la cual permite el flujo hacia la turbina como se puede observar en la *Figura 2.11*.

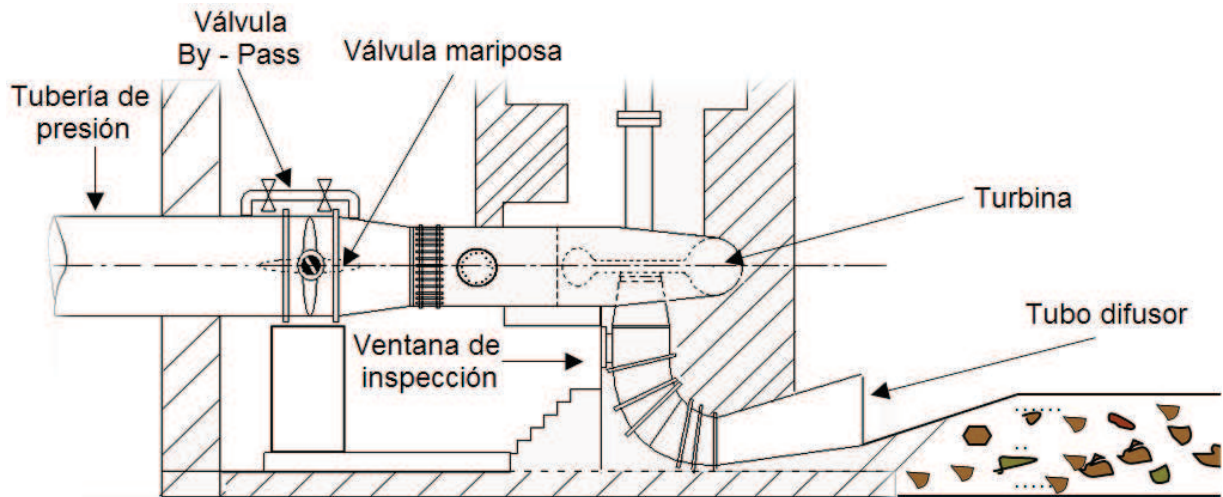


Figura 2.11. Tubería de presión, sala de válvulas.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A. CH. Cumbayá – Datos técnicos.

2.2.4. CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas, como se describió antes, es el lugar donde se encuentran todos los equipos eléctricos, electrónicos e hidráulicos necesarios para el funcionamiento de la central. La casa de máquinas de la central hidroeléctrica Cumbayá tiene tres plantas hacia el subsuelo, la primera planta es la correspondiente a la sala de control, la siguiente planta es la correspondiente a la de equipos eléctricos y electrónicos y la última planta es la sala de válvulas



Figura 2.12. Casa de máquinas CH. Cumbayá.

2.2.5. CANAL DE DESCARGA

El canal de descarga de la central hidroeléctrica Cumbayá toma el agua turbinada de la central (*Figura 2.13 izquierda*) y el exceso de agua del reservorio que viene por el túnel by – pass anteriormente descrito (*Figura 2.13 derecha*).



Figura 2.13. Canal de descarga.

2.2.6. PATIO DE ELEVACIÓN

La central hidroeléctrica Cumbayá cuenta con un patio de elevación que le permite elevar el voltaje generado por generador de 4160 voltios a 46000 voltios, es decir, el patio de elevación tiene cuatro transformadores uno para cada generador.



Figura 2.14. Patio de elevación CH. Cumbayá.

2.3. FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN⁸

2.3.1. CONDICIONES PREVIAS AL ARRANQUE DE UNIDADES DE GENERACIÓN

Las unidades generadoras deben cumplir una serie de condiciones previas para su puesta en marcha, estas son las siguientes:

Las compuertas de ingreso a las tuberías de presión deben estar completamente abiertas. El agua debe estar a disposición hasta la válvula mariposa o de admisión. La salida del agua al canal de descarga debe estar libre.

Debe haber corriente alterna para el Servicio de Estación de la Central y de igual forma, debe haber corriente continua para el control automático de las unidades.

Debe estar lista la operación automática de los frenos del generador. El interruptor de control GBCS, debe estar en la posición "AUTOMATICO". La luz roja debe encenderse en el pupitre o púlpito o púlpito de control CCB, al igual que la ventana señalizadora en el respectivo tablero A-A, del regulador de velocidad.

Los filtros de refrigeración deben estar limpios y las válvulas principales de refrigeración de cada una de las máquinas deben estar en posición de "ABIERTO".

Las válvulas de Admisión y de By-Pass de las turbinas estarán "CERRADAS", al igual que las válvulas de drenaje de las tuberías de presión, tubos de succión y carcasas espirales.

Verificar que el sistema de refrigeración de todos los cojinetes y radiadores de las unidades se encuentren con flujo de agua, de manera similar, aquellos pertenecientes a las cajas de sellamiento de las turbinas y de los tanques sumideros de los Reguladores de Velocidad.

⁸ BEDOYA Nelson, Procedimientos operativos Central Cumbayá, Quito, 2005, 18 páginas.

Los niveles de aceite para todos los cojinetes de las turbinas, generadores y tanques sumideros de las válvulas de admisión y reguladores de velocidad, deben estar entre los límites señalados y recomendados por los Fabricantes.

En las válvulas localizadas en las fosas de los generadores y al interior de los tableros de control de los reguladores de velocidad, deben observarse y cumplir las siguientes condiciones: Las válvulas con los manubrios pintados de rojo deben estar "siempre abiertas" y aquellas pintadas de negro "siempre cerradas".

La "Limitación de Abertura" de los alabes directrices debe estar cerrada; el manubrio correspondiente ubicado en los tableros del regulador de velocidad debe estar girado al tope hacia la derecha y el indicador en el tablero de control CCA, debe señalar "cero".

Los dispositivos indicadores, "Variadores de Velocidad", localizados en los tableros de sala de control y reguladores de velocidad, deben estar indicando "cero".

La regulación manual, en los tableros de control de los reguladores de velocidad, debe estar en cero en la escala, la manilla estará en la posición "desconectada".

Los "cierres de emergencia" (86B) y "cierres parciales" (86A) deben estar reseteados, (luz roja) encendida, en los tableros de los Reguladores de Velocidad.

La posición del Regulador de Voltaje, en el escritorio de control DCB, debe estar en la posición "AUTOMATICO".

Cuando la presión de trabajo en los reguladores de velocidad y válvulas de admisión, sea menor a las 21 atmosferas, el respectivo anunciador en los tableros CCA se ilumina. En este caso es necesario que el sistema funcione, para completar la presión a las 25 atmosferas.

La palanca selectora en el tablero de control del Regulador de Velocidad, debe estar en la posición "AUTOMATICO".

La válvula electromagnética principal de aceite del regulador de velocidad, debe estar en la posición "ABIERTA"

Revise todos los relés de protección de las unidades, si las banderas de señalización se encuentran operadas, anote los relés en estas condiciones y luego resetee cada uno de ellos.

Observe el panel anunciador de señalización luminosa de las unidades, si cualesquier ventana se encuentra iluminada, realice las respectivas correcciones a esta irregularidad; pruebe los anunciadores y asegúrese de que todos se encuentran en condiciones normales (sin iluminación).

El interruptor principal del generador debe estar "abierto" y el interruptor de campo "cerrado".

2.3.2. ARRANQUE DE UNIDADES DE GENERACIÓN

Verificadas las condiciones señaladas por el Personal de Turno y luego de que el Operador de turno confirme con Despacho de Carga la disponibilidad de la máquina, se inicia la preparación de giro de las unidades de acuerdo con el siguiente orden:

El operador solicita al señor Ayudante, abrir manualmente las válvulas By-Pass (45 seg.) Una vez que el Ayudante comunica al Operador la abertura, después de un minuto la presión en la carcasa espiral es mayor a 6 atmosferas verificadas en el indicador del tablero M-A de la respectiva válvula de admisión.

El Operador desde el pupitre o púlpito o púlpito de mando CCB o el Ayudante, desde el tablero M-A o desde el Accionamiento ubicado sobre el tanque sumidero de la válvula mariposa, abre la válvula mariposa (45 seg.). La lámpara roja en el

tablero M-A o aquella sobre el pupitre o púlpito CCB, que indicaba la posición de cerrada de la válvula se apaga cuando ha completado el recorrido de abertura e inmediatamente se ilumina la de color verde, señal de abierto de la válvula mariposa.

El Operador, dispone al Ayudante o Auxiliar, cerrar las válvulas By-Pass; luego maniobrando sobre la perilla 7-65, en el pupitre o púlpito CCB, pone en marcha la máquina abriendo la Limitación de Abertura, hasta aproximadamente un 10 %, indicado en los respectivos aparatos de los tableros CCA o A-A. La máquina empieza a tomar velocidad hasta cerca de las 514 r.p.m. (marca roja en la escala de los aparatos sobre los tableros CCA o A-A); solo en estas condiciones, conecta el interruptor de excitación (manija de control de excitación), verificando esta maniobra con la iluminación de la luz roja en el pupitre o púlpito CCB y la elevación del voltaje generado hasta un valor cercano al nominal (4.160 voltios); luego, abre completamente la Limitación de Abertura y realiza los ajustes correspondientes para sincronizar la unidad (maniobras sobre los dispositivos Variador de Velocidad y manija de control V/Q del AVR), cerrando manualmente interruptor del generador UC-A cuando el sincronoscopio indique la señal visual y luminosa de sincronización con el Sistema.

La potencia Activa de salida del generador, la controla con la manija correspondiente al "Variador de Velocidad" o también, limitando la carga al maniobrar sobre la perilla "Limitador de Abertura", coordinando estas acciones con Despacho de Carga, de acuerdo con programa operativo. El control del factor de potencia y de la potencia reactiva, queda establecido, cuando el Operador posiciona la manija de control del Factor, a la condición "ON" de esta perilla.

2.3.3. PARADA DE UNIDADES DE GENERACIÓN

En el procedimiento de funcionamiento de las unidades de generación se registran tres tipos de paradas que son: parada normal, parada parcial y parada total.

a) PARADA NORMAL

El proceso de parada comienza, luego de que el Operador coordina con Despacho de Carga la salida de generación de la unidad, de acuerdo con el plan de explotación de la Central. Una vez ratificada la desconexión de la maquina, el Operador efectúa lo siguiente:

Disminuye la carga o potencia activa de la unidad, hasta que alcance el valor de cero, mediante maniobras sobre la manija del "variador de velocidad" y "limitación de carga", localizadas en el pupitre o púlpito CCB o en el tablero A-A., del respectivo regulador de velocidad.

Realiza los ajustes necesarios de potencia de salida en las otras máquinas siempre que estas se encuentren en operación, coordinando con Despacho de Carga.

Reduce la potencia reactiva suministrada por el generador hasta cero, mediante ajustes lentos en la manija de control V/Q, ubicada en el escritorio de control CCB. Posiciona la perilla de control de factor de potencia a "OFF".

Desconecta el interruptor principal del generador UC-A, en el pupitre o púlpito CCB. El Operador observara que la lámpara roja, indicadora de conexión del interruptor se apaga e inmediatamente queda iluminada la señalización color verde, aviso de desconectado.

Luego, procede a desconectar el interruptor de excitación, desde la respectiva manija de control de excitación del generador (pupitre o púlpito CCB), permaneciendo la luz verde de esta señalización, aviso que indica la condición de cerrado el interruptor de campo (41).

El Operador cierra totalmente los alabes directrices por maniobras en la perilla "limitación de abertura", pupitre o púlpito CCB o desde la manija correspondiente ubicada en el tablero de control de su regulador de velocidad.

El Operador cierra la válvula mariposa desde el pupitre o púlpito de mando CCB ó dispone que el Ayudante lo cumpla desde el tablero M-A o desde el dispositivo de accionamiento, ubicado en la sala de válvulas (tanque sumidero de la válvula mariposa). En cualquiera de los casos, la iluminación de color rojo aparecerá sobre el pupitre o púlpito de control CCB, indicando la posición de cerrado de la válvula.

El Operador, luego de disponer el funcionamiento del compresor 1 para el sistema de freno de la maquina, controlara el proceso de parada completa de la maquina. Los relés de velocidad del generador iniciaran el frenaje de la unidad, aproximadamente al 50 % de su velocidad nominal; las gatas de frenado actuaran intermitentemente por un espacio de 5 segundos en un periodo de aplicación no mayor a los 10 segundos, hasta reducir la velocidad de la unidad al 5 % de la velocidad nominal, instante en que los frenos quedaran aplicados hasta parar la maquina.

El tiempo total de parada es de máximo cuatro minutos, luego de lo cual el sistema de gatas de freno, quedaran en la posición libre, es decir, sin contacto con el pista de freno del generador.

Si alguna irregularidad ocurre en el proceso semiautomático de arranque o parada de las máquinas, existe la posibilidad de la operación Manual de los reguladores de velocidad y de voltaje, mediante maniobras sobre las respectivas manijas ubicadas en los tableros de mando A-A y CCB de cada unidad.

b) PARADA PARCIAL

Este evento, se inicia por la activación de los relés auxiliares 86A y 101PS, ubicados en los tableros de control CCA y A-A, de cualquiera de las unidades, determinando la siguiente secuencia automática de protección en la maquina: opera la respectiva señalización luminosa y sonora en la ventana de anunciadores de la unidad con falla, se abre automáticamente el interruptor

principal del generador y opera el cierre de alabes directrices, hasta la condición de giro de la unidad sin carga.

El relé auxiliar 86A, se activará cuando recepte una señal eléctrica por la operación automática de los siguientes dispositivos de protección: relé de balance de corrientes en las fases del generador 46, relé de sobre corriente en el Servicio de Estación 51S1 o 51S2, relé de sobre corriente con voltaje restringido 51V ó relé de sobre velocidad 12.

Para normalizar el funcionamiento de la unidad, deberán estar desbloqueados los relés 86A, 101PSR y reseteados aquellos relés que operaron para producir el cierre parcial.

c) PARADA TOTAL

Esta emergencia se inicia por la alergización de los relés auxiliares 86B y 101ES, ubicados en los tableros de control CCA y A-A, respectivamente, de cualquiera de las unidades, determinando la siguiente secuencia automática de protección en la maquina con falla: aparece la respectiva señalización luminosa y sonora en la ventana de anunciadores de la maquina. Si la falla es de origen mecánico, se produce el cierre completo de los alabes directrices.

Luego se desconecta el interruptor principal del generador e interruptores de excitación y de campo (41), se cierra la válvula mariposa o de admisión y operan los frenos de la maquina en la forma descrita para la parada normal.

Los relés 86B y 101ES, se activan cuando existe una señal eléctrica por funcionamiento de los siguientes dispositivos de protección: relés térmicos de los cojinetes del generador o de la turbina, 38GT, 38GU, 38GL, 38HG y 38TSB, relés diferenciales de los transformadores de elevación 87K, relés diferenciales del generador, 87 y 87G, relé de sobre corriente a tierra del generador 64G, relé de baja presión y nivel de aceite en el regulador de velocidad, 63AQ y 63QL, y relé de pérdida de campo 40.

Para normalizar el funcionamiento de las unidades, deberán estar desbloqueados los relés 86B; 101ES y VAJ, de cada una de las unidades fallosas. De igual forma, deberán resetearse los dispositivos de protección que produjeron la emergencia.

Si la falla es de origen eléctrico, luego de los avisos luminoso y sonoro, la secuencia que se produce es: desconexión del interruptor principal del generador y de sus interruptores de excitación y de campo, cierre total de los alabes directrices, cierre de la válvula mariposa o de admisión, se descarga el sistema de CO₂ en caso de haber operado el relé diferencial del generador (87G.) y operan los frenos de la unidad, en la forma señalada para parada normal.

Cuando opera el relé diferencial del transformador de elevación, la protección automática involucra a los aparatos de corte del Patio de Maniobras, dependiendo de la unidad con falla, conforme al siguiente orden: 87K-1, 87K-2, 87K-3 y 87K-4.

87K-1, se produce la respectiva señalización luminosa y sonora; se desconecta el interruptor principal del generador 1 y de sus interruptores de excitación y de campo; se desconectan los interruptores S-10, S-70 y S-100 en el patio de maniobras; se produce el cierre total de los alabes directrices de la unidad 1; se cierra la válvula mariposa y se opera el sistema de frenos, hasta paro de la unidad.

87K-2, similar secuencia a la del transformador 1, pero con la respectiva desconexión de los interruptores del generador 2 y en el patio de maniobras del S-20 y S-30.

87K-3, igual secuencia del transformador 1, pero con la desconexión de los interruptores del generador 3 y S-80 y S-90, en el patio de maniobras.

87K-4, similar secuencia a la de los otros transformadores de elevación, pero con la desconexión de los interruptores del generador 4 y S-30, S-90 y S-120 en el Patio de Maniobras.

2.3.4. FALLAS QUE PRODUCEN ÚNICAMENTE ALARMA

En el caso de que se presenten las siguientes novedades, una señal luminosa, con su correspondiente aviso sonoro, aparecerá en cualquiera de las ventanas anunciadoras del tablero de control CCA de las máquinas, mientras la unidad permanecerá funcionando normalmente.

Relés térmicos de: compresores 26W, transformadores de elevación (1ra. Etapa) 26KT o 49K, cojinete de empuje 38GT (1ra. Etapa), cojinete superior 38GU (1ra. Etapa), cojinete inferior 38GL (1ra. Etapa), cojinete guía de turbina 38HG (1ra. Etapa), fosas de generadores 49GA o 49GW, estator de generadores 49GS, transformador de Servicio de Estación 49KS.

Relés de baja presión de aceite en: regulador de velocidad 33QL, transformadores 63KQ. Relé de bajo nivel de aceite en tanque del regulador de velocidad 63QL. Relé de baja presión en la válvula mariposa 63AG. Bajo o alto nivel de aceite en tanque sumidero del regulador de velocidad 33QB.

Relé de tierra del sistema DC de la Central 64B. Relé Buchholz de los transformadores 63KQL (1ra. Etapa). Sobrecarga en ventiladores de transformadores de elevación, 49X o 49MX. Desconexión del interruptor del Servicio de Estación, 52E.

Relés de alarma del: sistema de CO₂, 63CD y cuarto de aceites, 63C. Relé de bajo voltaje en el sistema de CO₂, 80G.

2.4. PARÁMETROS REFERENCIALES DE OPERACIÓN DE UNIDADES DE GENERACIÓN⁹

Los parámetros referenciales de operación de las unidades de generación vienen dado por los datos técnicos de los generadores así como del envase de agua.

⁹ BEDOYA Nelson, Procedimientos operativos Central Cumbayá, Quito, 2005, 18 páginas.

2.4.1. UNIDADES DE GENERACIÓN

Las especificaciones técnicas de los generadores se presentan en la *Tabla 2.1*.

GENERADORES CH. CUMBAYÁ							
GEN.	FAB.	V. [V] ± 5%	I. MAX. [A]	I. MAX. EXC. [I]	P. MAX. [KW]	S. MAX [KVAR]	VEL. [RPM]
G1	AEG	4.160	1.500	400	10.500	3.500	400
G2	AEG	4.160	1.500	400	10.500	3.500	400
G3	TOSHIBA	4.160	1.520	500	11.000	4.000	400
G4	TOSHIBA	4.160	1.520	500	11.000	4.000	400

Tabla 2.1. Placa de datos unidades de generación.

2.4.2. ENVALSE

Los datos del envalse se puede observar en la *Tabla 2.2*.

COTA DE AGUA	NIVEL
Máxima en el tanque de cabeza	2.357,30 m.s.n.m.
Mínima en el tanque de cabeza	2.355,80 m.s.n.m.
De alarma en el tanque de cabeza	2.355,65 m.s.n.m.
Permisible, limpieza de cámaras de decantación	2.356.30 m.s.n.m.

Tabla 2.2. Datos de envalse.

CAPÍTULO III

LÓGICAS Y SECUENCIAS DE CONTROL

3.1. INTRODUCCIÓN

El módulo de control de servicios generales está diseñado para trabajar en condiciones ambientales propias de la CH. Cumbayá, es decir, una temperatura entre 8°C – 40°C con una humedad relativa de 30% - 80% a 2600 m.s.n.m.

El módulo de control de servicios generales se encargará de monitorear y controlar las variables relevantes que son comunes a todas las unidades de generación en etapas de control que son las siguientes:

1. Sincronización del grupo generador con el sistema nacional interconectado.
2. Generación de aire comprimido.
3. Control de actuadores del canal de disipación.
4. Monitoreo del sistema de carga del banco de baterías.

3.2. SINCRONIZACIÓN DEL GRUPO GENERADOR CON EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

Una vez cumplidos las condiciones previas para la puesta en marcha y posteriormente el funcionamiento de las unidades de generación el siguiente paso a seguir es la sincronización, para lo cual el módulo de control de servicios generales es el que actuará como máster para la sincronización de cualquier unidad de generación con la línea del sistema nacional interconectado ya que cuenta con un sincronizador para este proceso.

Para el proceso de sincronización se conectan las señales tanto del voltaje de referencia, en este caso el de la línea del sistema nacional interconectado, y el voltaje de las unidades de generación mediante relés que nos permiten hacer este proceso. Además el sincronizador cuenta con entradas y salidas digitales que

permiten hacer el control de las variables necesarias para la sincronización (voltajes, frecuencias, etc.).

La etapa de sincronización del grupo generador con el sistema nacional interconectado se lo describe mediante el diagrama de flujo de la *Figura 3.1*.



Figura 3.1. Diagrama de bloques de la etapa de sincronización.

A continuación se describe cada uno de los bloques de la etapa de sincronización:

3.2.1. PEDIDO DE SINCRONIZACIÓN DE UNA UNIDAD

El proceso de sincronización inicia con el pedido de sincronización de una de las cuatro unidades de generación disponibles en la central Cumbayá, es decir, el PLC (Controlador Lógico Programable) del módulo de servicios generales recibe un mensaje enviado por cualquier unidad.

3.2.2. ENCENDIDO DEL SINCRONIZADOR

Una vez que el PLC del módulo de servicios generales recibe el mensaje del pedido de sincronización de una unidad de generación, se procede al encendido del sincronizador mediante una salida digital del PLC.

3.2.3. BLOQUEO DE ÓRDENES

El PLC del módulo de servicios generales bloquea el envío o recepción de señales de las otras unidades de generación en caso de que estas requieran sincronizarse hasta que la unidad que está en el proceso de sincronización finalice dicho proceso, esto se debe principalmente a que el sincronizador solo puede realizar la sincronización entre el voltaje de referencia y un voltaje de una unidad de generación.

3.2.4. SINCRONIZADO

Una vez que el PLC del módulo de servicios generales activa los relés que poseen la señal del voltaje de referencia y la señal del voltaje de la unidad generadora en proceso de sincronización, el sincronizador procede a monitorear dichos voltajes.

En el monitoreo de las señales de voltaje el sincronizador está en la capacidad de dar las órdenes de subir o bajar voltaje y subir o bajar frecuencia, dependiendo de las necesidades, hacia el PLC del módulo de servicios generales mediante I/O digitales entre el PLC y el sincronizador; una vez que el PLC del módulo de

servicios generales recibe dicha información éste procede a reenviar esta información al PLC del módulo de control de la unidad de generación correspondiente quien se encargará de realizar las maniobras correspondientes para la sincronización, es decir, actuará sobre el límite de carga (65FM) en el regulador de velocidad para igualar la frecuencia o sobre el regulador automático de voltaje (AVR) para igualar el voltaje, dependiendo de las necesidades del proceso.

3.2.5. ORDEN DE CIERRE DE INTERRUPTOR PRINCIPAL

Una vez que el sincronizador a terminado de monitorear el voltaje de la unidad de generación en proceso de sincronización y dicho voltaje es el adecuado con respecto al voltaje de referencia, el sincronizador envía la señal de sincronizado al PLC del módulo de servicios generales. El PLC del módulo de servicios generales da la orden de cierre del interruptor principal al PLC del módulo de control de la unidad de generación correspondiente y con esto termina el proceso de sincronización y el sincronizador queda disponible para la sincronización de otra de las unidades de generación que así lo requieran.

3.3. GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Para la generación de aire comprimido la central Cumbayá dispone de tres compresores, dos antiguos accionado con motor eléctrico y otro nuevo (Gardner Denver).

El control de la puesta en marcha de los compresores antiguos se lo realiza a través de un gabinete de control que posee un arrancador automático para cada motor de cada compresor el cual tiene la capacidad de comunicarse con el PLC del módulo de servicios generales para realizar el control remoto de los compresores; dichos arrancadores también permiten realizar control manual de así requerirlo, es decir, el gabinete posee botoneras que permiten realizar el control de la puesta en marcha en caso de perder la comunicación con el PLC del módulo de servicios generales. En el caso del compresor Gardner Denver no se

necesita instrumentación adicional ya que este posee su propio control el cual le permite mantener la presión constante en 12 Kg/cm^2 , pero se obtiene de éste la señal de encendido y la señal de falla para realizar un monitoreo de su funcionamiento.

La etapa de generación de aire comprimido se lo describe mediante el diagrama de flujo de la *Figura 3.2*.

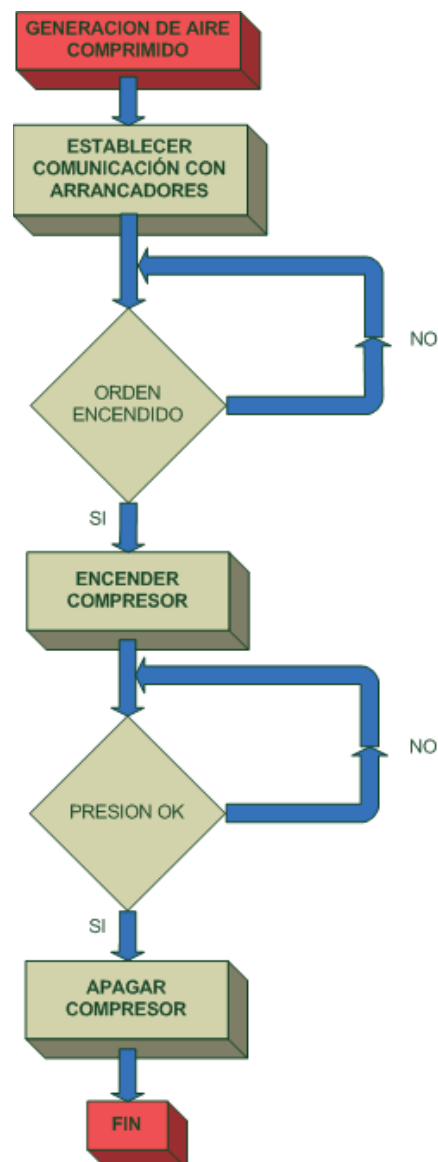


Figura 3.2. Diagrama de bloques de la etapa de generación de aire comprimido.

El aire comprimido generado por estos compresores se utiliza principalmente para el sistema de frenos de las unidades de generación. La descarga de aire comprimido de los dos compresores se une en una sola toma y de ahí se distribuirá el aire en dos ramales, uno para los frenos de las unidades de generación y otra para el aire de instrumentación, mantenimiento, tanques pulmón de válvula mariposa y regulador de velocidad. Cada ramal tendrá un switch de baja presión 63A y 63B que generarán una alarma cuando la presión baje de 9 Kg/cm².

A continuación se describe cada uno de los bloques de la etapa de sincronización:

3.3.1. ESTABLECER COMUNICACIÓN

La etapa de generación de aire comprimido empieza con el establecimiento de la comunicación entre el PLC del módulo de servicios generales y los arrancadores de los compresores, los cuales controlan el encendido y apagado de los motores de los compresores, así como también el monitoreo del funcionamiento de dichos motores, es decir, gracias a sus características técnicas están en la capacidad de funcionar como guardamotores ya que poseen lecturas de voltajes y corrientes de los motores.

3.3.2. ORDEN DE ENCENDIDO

Una vez establecida la comunicación entre el PLC del módulo de servicios generales y los arrancadores de los motores de los compresores, se procede a enviar la señal de encendido de los motores en modo alternado, es decir funcionará un compresor a la vez, pero también pueden funcionar los dos compresores a la vez de así requerirlo. Si no se recibe la orden de encendido de compresores el proceso se mantiene en este bloque hasta que reciba la orden de encendido y de esta manera procede a encender los motores de los compresores. La orden de encendido será enviada cuando los sensores de presión 70ACA del compresor A y 70ACB del compresor B detecten que la presión de aire en la central sea menor a 9 kg/cm².

3.3.3. PRESIÓN ADECUADA

Una vez encendido el o los compresores, éstos permanecerán encendidos hasta que la presión de aire en toda la central sea la adecuada, es decir, cuando la presión llegue a 12 kg/cm².

3.3.4. ORDEN DE APAGADO

Cuando los sensores de presión detecten una presión de aire en la central de 12 kg/cm² se procede a enviar la señal de apagado del o los compresores en funcionamiento.

3.4. CONTROL DE ACTUADORES DEL CANAL DE DISIPACIÓN

Los actuadores del canal de disipación, *Figura 3.3*, empiezan a funcionar siempre y cuando así lo comuniquen al señor operador de turno, y este a su vez active los actuadores desde el sistema SCADA.



a. Vista frontal.



b. Vista posterior.

Figura 3.3. Canal de disipación.

La etapa de control de actuadores del canal de disipación se describe mediante el diagrama de flujo de la *Figura 3.4*.

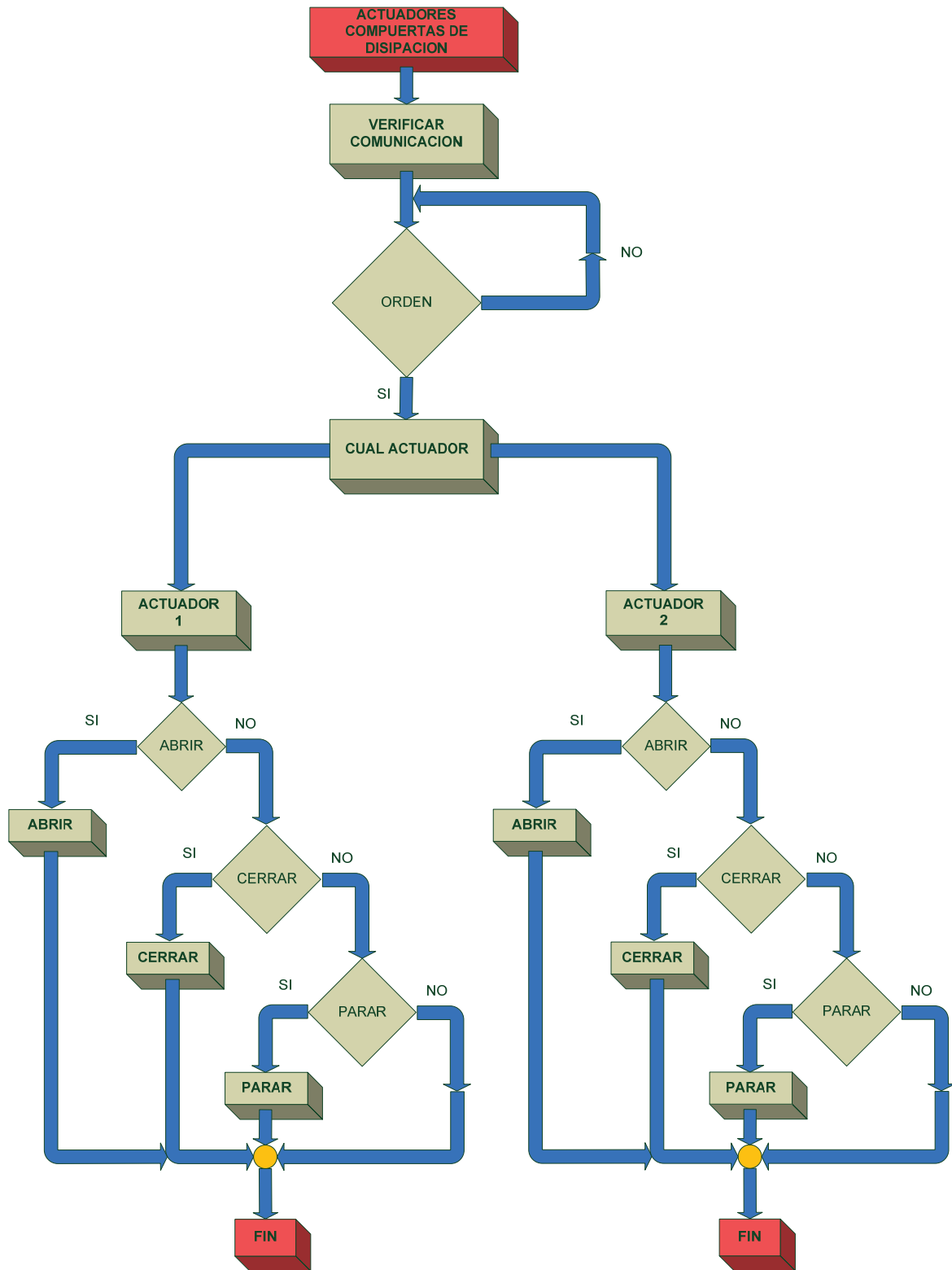


Figura 3.4. Diagrama de bloques de la etapa de control de actuadores del canal de disipación.

A continuación se describe los bloques de la etapa de control de actuadores del canal de disipación:

3.4.1. VERIFICACIÓN DE COMUNICACIÓN

La etapa de control de actuadores del canal de disipación empieza con el verificación del estado de la comunicación entre el PLC del módulo de servicios generales y cada uno de los actuadores.

3.4.2. ELECCIÓN DEL ACTUADOR

Una vez confirmada la comunicación entre el PLC del módulo de servicios generales y los actuadores; y una vez recibida la orden de accionamiento de los actuadores se procede a escoger que actuador se activará o de ser el caso se activarán los dos actuadores simultáneamente.

3.4.3. ACCIÓN DEL ACTUADOR

Una vez elegido el actuador o los actuadores se procede a realizar alguna acción de acuerdo a la necesidad del operador estas pueden ser: abrir, cerrar o parar. Escogida la acción el ciclo termina cuando la acción ha finalizado.

3.5. MONITOREO DEL SISTEMA DE CARGA DEL BANCO DE BATERÍAS

La central cuenta con un banco de baterías el cual proporciona un voltaje de 125VDC de respaldo para todos los circuitos de control puesto que todos los circuitos de control tienen este voltaje. El banco de baterías cuenta con un módulo el cual se encarga de la carga de las baterías y del sistema de transferencia de energía en caso de perder el voltaje permanente. Este módulo cuenta con un sistema análogo de control el cual proporciona datos de corriente de carga y voltaje en el banco de baterías mediante amperímetros y voltímetros analógicos.

Para poder monitorear el sistema de carga del banco de baterías el módulo de servicios generales cuenta con convertidores DC/DC para adecuar la señal del voltímetro y amperímetro a una señal de 4 – 20 mA. Así, la señal de corriente se toma a través de una resistencia shunt, mientras que la señal de voltaje se toma directamente en paralelo con el voltímetro; estas señales son llevadas al módulo de servicios generales donde se conectan a los convertidores DC/DC y estos a su vez a las entradas analógicas correspondientes.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Una vez que se han descrito las etapas de control se procede a describir los componentes del módulo para ello se considera el diagrama de bloques de la *Figura 3.5*.

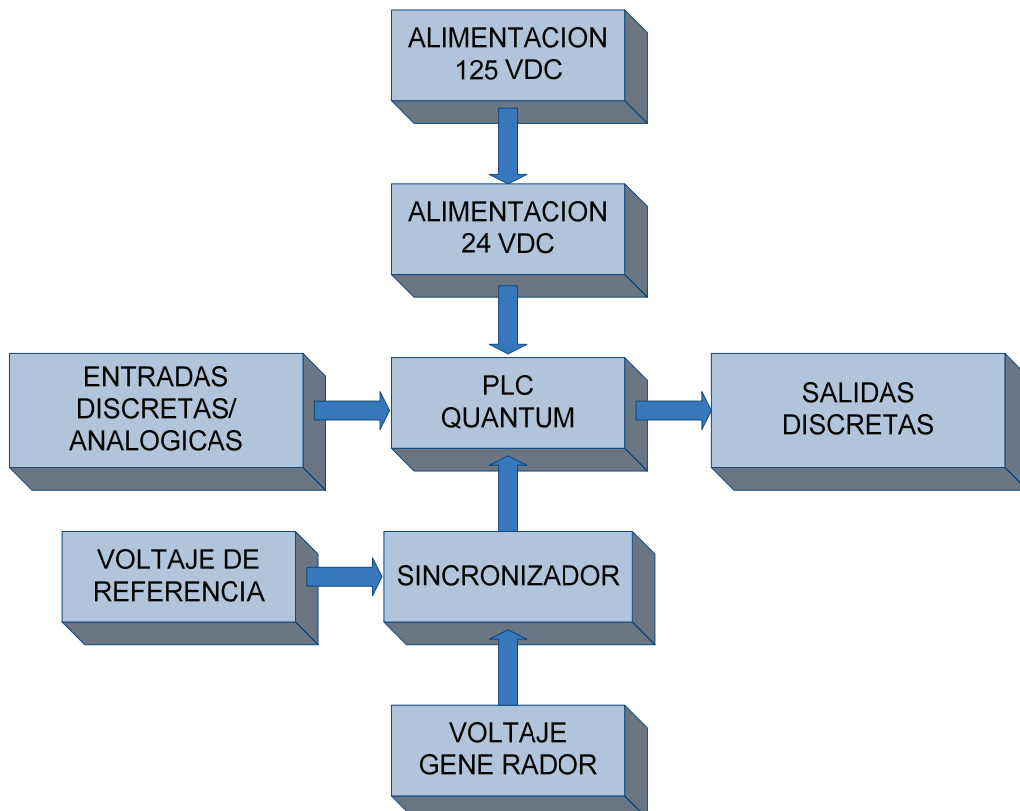


Figura 3.5. Diagrama de bloques del módulo.

Entre los aspectos más relevantes del módulo se tiene que: el módulo cuenta con alimentación de 125VDC, 120VAC y 24VDC para los diferentes elementos y dispositivos; puede acoplarse a cualquier tipo de sensor aplicado a las entradas analógicas o discretas dependiendo del elemento sensor; puede comunicarse con los módulos de control de equipos necesarios para cumplir las etapas de control descritas; puede obtener señales necesarias para la sincronización de cada unidad generadora y procesarlas a través de un sincronizador.

Cada bloque es detallado en los siguientes párrafos; además, los planos As Built del tablero se encuentran en la sección PLANOS y los Datasheets de los principales elementos se encuentran en la sección ANEXOS.

3.6.1. ETAPA DE ALIMENTACIÓN

Para la alimentación del módulo se ha utilizado voltajes de 120VAC y 125VDC que se obtendrán desde el tablero general de distribución, estos voltajes pasan a través de protecciones de sobre voltaje y luego van a la respectiva protección principal.

El voltaje de 120VAC, ver plano UMC-CUMB-E-PE-SG-401, después de pasar por la protección de sobre voltaje (PR2COM, ver ANEXO N.º I) llega a la protección principal (Breaker Q01) y de aquí se derivan a las siguientes protecciones de 120VAC que se utilizan principalmente para la alimentación de los ventiladores e iluminación así como de un tomacorriente instalado para conexión de equipos portátiles necesarios para la configuración o mantenimiento de los equipos instalados.

El voltaje de 125VDC, ver plano UMC-CUMB-E-PE-SG-402, al igual que el voltaje de 120VAC, una vez que atraviesa la protección de sobre voltaje (PR1COM, ver ANEXO N.º II) se conecta a la protección principal (Breaker Q00) y de esta protección se deriva los respectivos circuitos de alimentación; este voltaje es el principal que alimenta a todos los circuitos de control ya que este voltaje cuenta con el respaldo del banco de baterías de así requerirlo. Además el tablero cuenta

con alimentación de 24VDC también para los circuitos de control y se obtiene a través de una fuente de alimentación 125VDC/24VDC y éste voltaje a su vez es llevado a un conjunto de protecciones, ver planos UMC-CUMB-E-PE-SG-403 y UMC-CUMB-E-PE-SG-404.

3.6.2. PLC

El autómata programable escogido para este módulo de control de servicios generales es un PLC Quantum de última generación de la compañía Schneider Electric, tipo modular que cumple todas las especificaciones requeridas por el sistema.

ESPECIFICACIONES GENERALES	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	DESCRIPCIÓN:
Desempeño PLC	Alto
Tecnología	Última generación.
Configuración de fallas.	Fail Safe.
Normas	ISO 9001, CE, UL.
Tipos de protocolos.	Industriales abiertos.
Protocolo supervisorio.	Ethernet industrial.
Protocolo control.	Modbus plus.
Protocolo intercambio de datos otros equipos.	Modbus.
Protocolo SCADA para CENACE.	DNP3.
Protocolo de campo.	DeviceNet.
Detección de ciclo de barrido.	Watch dog timer.
Construcción del PLC	Modular y escalable.
MÓDULOS:	MODELO:
Chasis o rack.	140XBP01600 Ver ANEXO N.º III.
Fuente de alimentación.	140CPS21400 Ver ANEXO N.º IV.
CPU.	140CPU43412A. Ver ANEXO N.º V.

Entradas digitales.	140DDI35300 Ver ANEXO N.º VI.
Entradas analógicas.	140ACI04000 Ver ANEXO N.º VII.
Salidas digitales.	140DRA84000 Ver ANEXO N.º VIII.
Entradas analógicas RTD's (Resistance Temperature Detector).	140ARI03010 Ver ANEXO N.º IX.
Módulo Ethernet.	140NOE77101
Módulo Device Net.	PTQ – DNET Ver ANEXO N.º X.
Módulo DNP3.	PTQ – DNPQ Ver ANEXO N.º XI.

Tabla 3.1. Especificaciones generales del PLC.

La ubicación de cada uno de los módulos en el rack se puede observar en el plano UMC-CUMB-E-PY-SG-403.

3.6.3. SINCRONIZADOR

Para el proceso de sincronización el módulo de servicios generales cuenta con un sincronizador SIPROTEC 7VE61 de la compañía Siemens el cual posee entradas y salidas digitales para el control de sincronización, así como de entradas para el voltaje de referencia y para el voltaje de la unidad generadora entrante.

Los datos técnicos y todo lo referente al sincronizador se encuentra en el ANEXO N.º XII. Además la conexión escogida para nuestro caso se encuentra ilustrada en el plano UMC-CUMB-E-PE-SG-405.

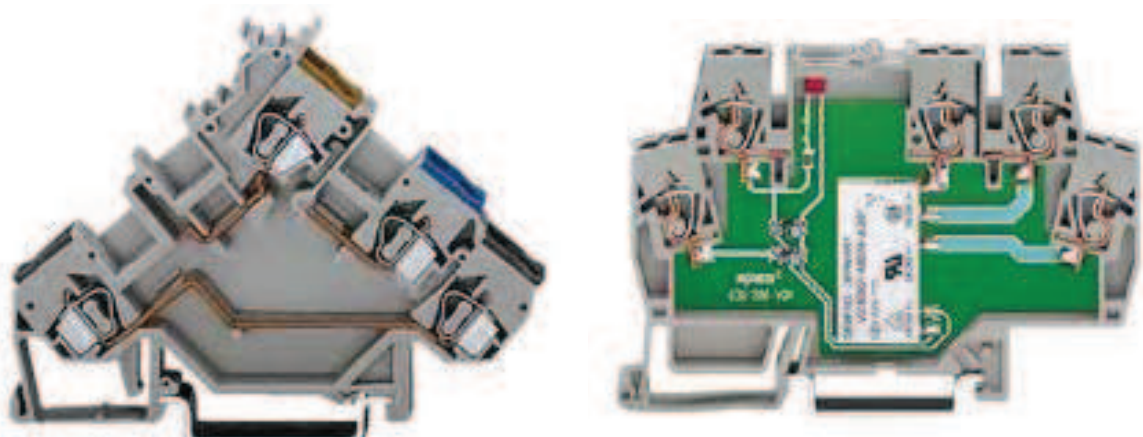
3.6.4. SEÑALES DE ENTRADAS/SALIDA (I/O)

Para el envío o recepción de señales el módulo de servicios generales posee grupos de borneras multipunto adecuadas para ello, por un extremo se conecta el respectivo módulo y por el otro lado se conecta el equipo o elemento sensor.

Así las entradas digitales se encuentran en el grupo de borneras X11, plano UMC-CUMB-E-PE-SG-406 y plano UMC-CUMB-E-PE-SG-407; mientras que las entradas analógicas se encuentran en el grupo de borneras X12, plano UMC-CUMB-E-PE-SG-408 y plano UMC-CUMB-E-PE-SG-409; en el caso de las entradas analógicas para las RTD's las conexiones se las hacen directamente en el módulo de RTD's.

Para el caso de las salidas digitales se utiliza borneras tipo relé de estado sólido para proteger las salidas del módulo de salidas digitales y se encuentra en el grupos de borneras X21, X22 y X23, planos UMC-CUMB-E-PE-SG-410 a UMC-CUMB-E-PE-SG-415.

En la *Figura 3.6* se puede ver las borneras de entrada de señales digitales (*Figura 3.6a*) y las borneras de salidas digitales (*Figura 3.6b*).



a. Bornera señal de entrada digital.

b. Bornera señal digital de salida.

Figura 3.6. Borneras de señales digitales de entrada y salida.

Fuente: WAGO Innovative Connections.

Para el caso de las entradas analógicas se tiene otro tipo de borneras la cual permite seccionar el voltaje positivo que requieren algunos sensores mediante un fusible, dicho voltaje se conecta en el terminal color café ya que este es el que se puede seccionar. Las señales analógicas se conectan a estas borneras y estas a su vez a un módulo HART (Highway Addressable Remote Transducer) HIM1008 (ver ANEXO N.º XIII) y este con el módulo de entradas analógicas.

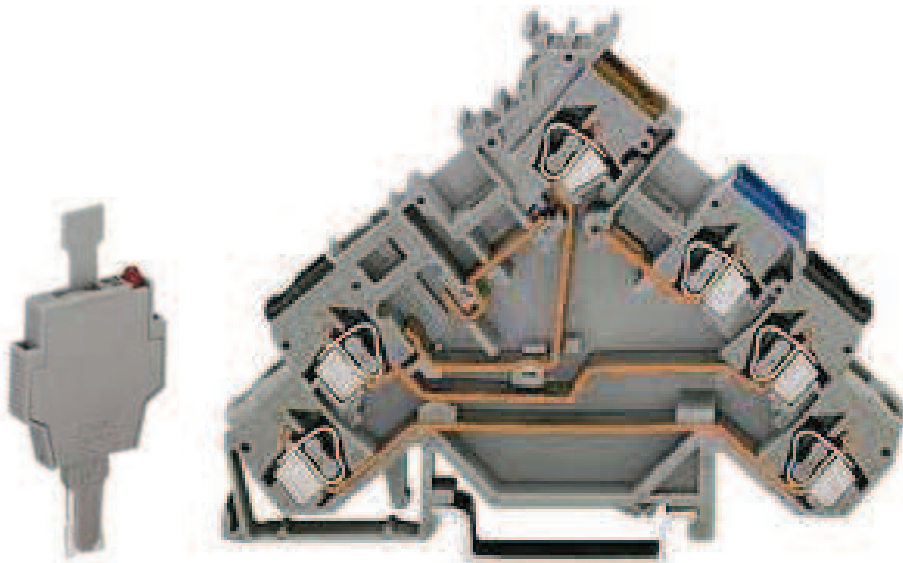


Figura 3.7. Portafusible y bornera de señales analógicas de entrada.

Fuente: WAGO Innovative Connections.

3.7. CONFIGURACIÓN DEL PLC

En base a las lógicas de control anteriormente descritas y con el equipo necesario también descrito, se procede a desarrollar la programación del PLC mediante el software de programación del Concept v2.6 de Schneider Electric. Concept cuenta con un entorno de proyectos unitario de acuerdo con los requisitos de la norma internacional IEC 61131-3¹⁰. Todo el programa se divide en secciones de acuerdo con su estructura lógica.

¹⁰ International Standard, IEC 61131-3 Programmable Controllers, 2007, 285 páginas.

3.7.1. CONFIGURACIÓN DE CONCEPT

La configuración de Concept es el primer paso para la configuración del PLC y radica en seleccionar cada uno de los módulos instalados en el rack en la misma ubicación física y asignar direcciones a cada módulo de entrada y salida de señales digitales y/o analógicas como se puede observar en la *Figura 3.8*.

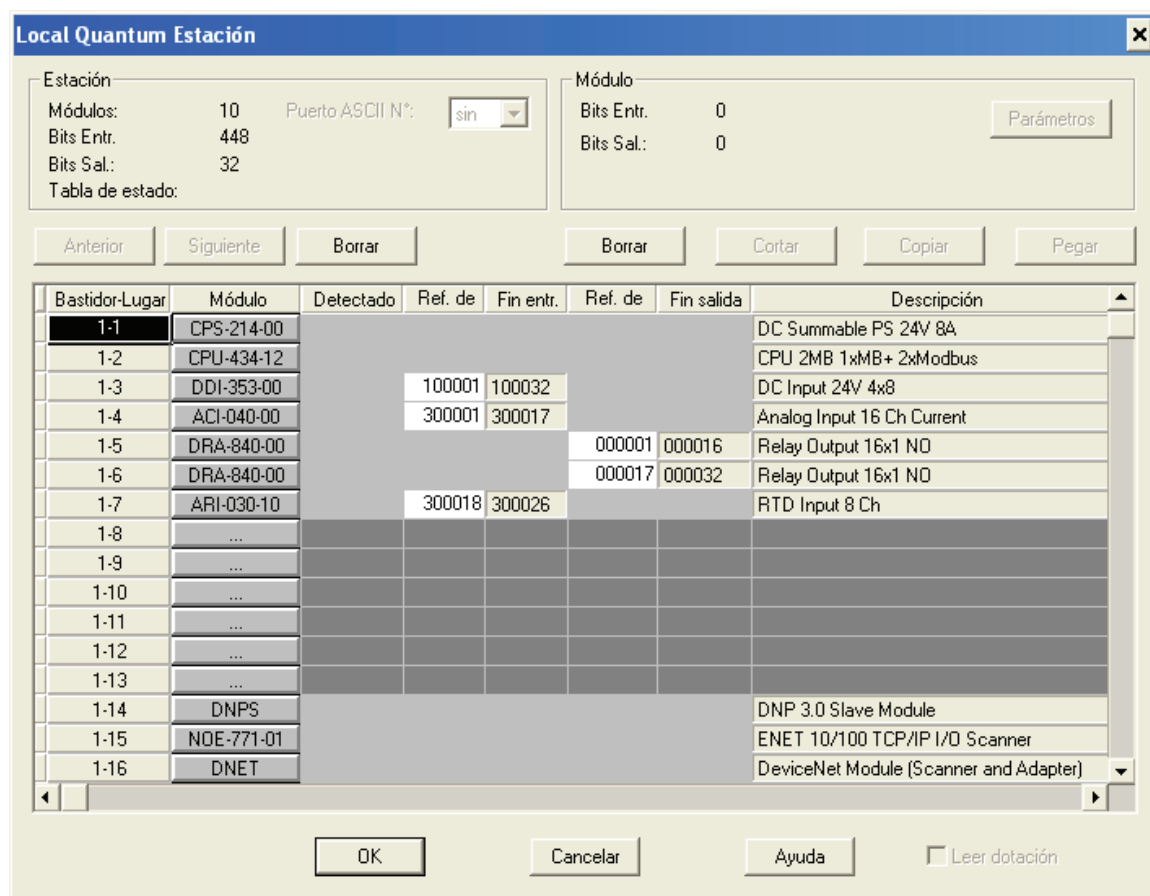


Figura 3.8. Configuración de módulos en Concept.

Las direcciones de los módulos dependen del tipo de señal; así, las señales digitales de entrada tienen direcciones de 100001 a 100032, las señales analógicas de entrada tipo 4-20mA tienen direcciones de 300001 a 300017, las señales digitales de salida tienen direcciones de 000001 a 000048, las señales analógicas de entrada tipo RTD tienen direcciones de 300018 a 300026.

De igual forma se cambia la dirección IP del fabricante por la dirección IP adecuada que en este caso es 10.1.1.50 y además de realizar otras configuraciones. En la *Figura 3.9* se puede observar la ventana de resumen una vez concluida la configuración.

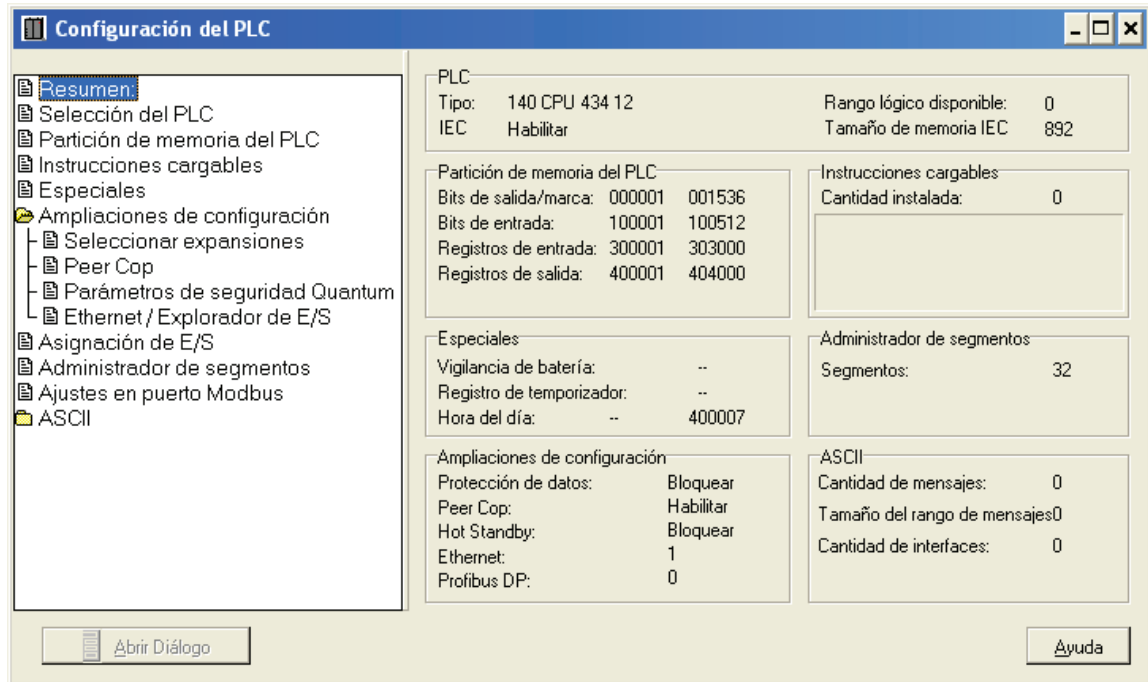
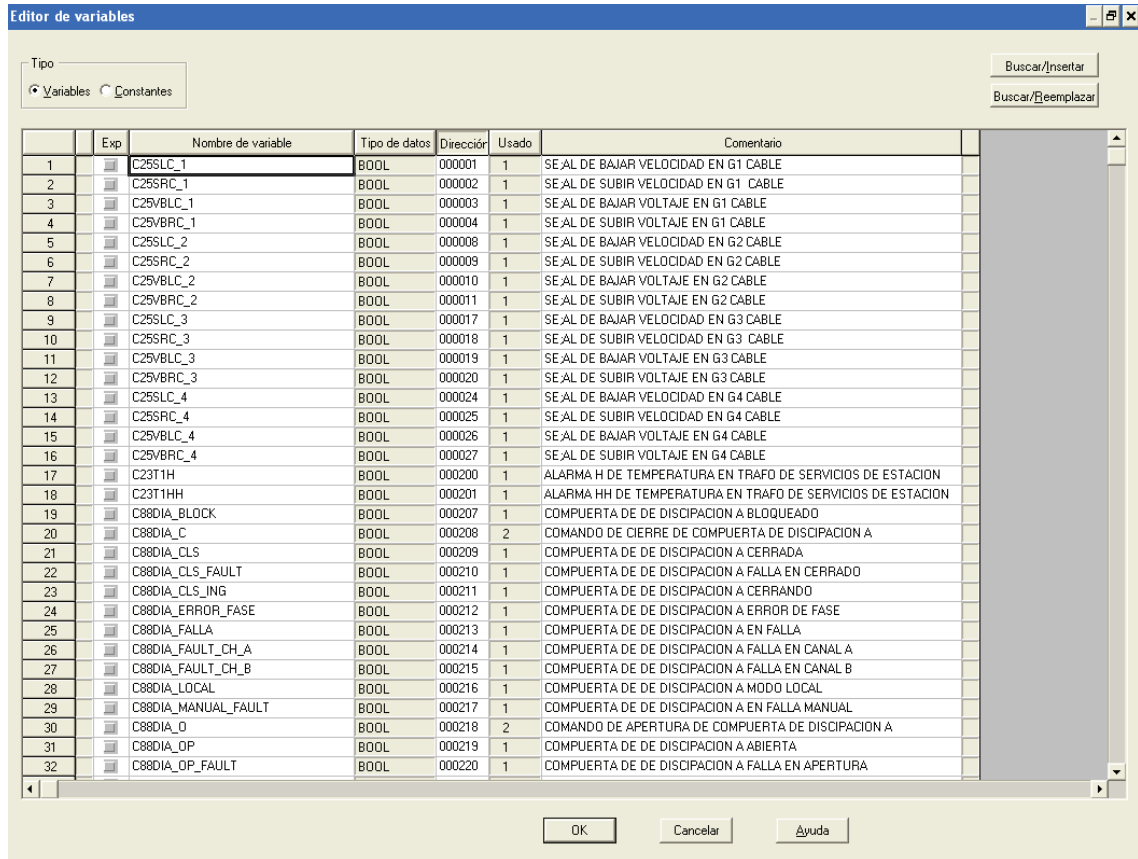


Figura 3.9. Ventana de configuración terminada.

3.7.2. DECLARACIÓN DE VARIABLES

Una vez finalizado la configuración de Concept para el PLC se procede a realizar la declaración de variables la cual consiste en ingresar los datos de cada variable que se va a utilizar en todos los procesos; es decir, se asigna un nombre a cada variable que en este caso, los nombres de las variables son asignadas por la empresa, dirección que dependerá si es entrada digital o analógica o si es salida digital, tipo de datos que contiene la variable que pueden ser bool, byte, int, real, entre otras, además se puede agregar una descripción o comentario de la variable.

Para realizar la declaración de variables se abre la ventana del editor de variables que es la que permitirá realizar esto. En la *Figura 3.10* se puede ver la ventana del editor de variables.



Editor de variables

Tipo
 Variables Constantes

Buscar/Insertar
 Buscar/Reemplazar

	Exp	Nombre de variable	Tipo de datos	Dirección	Usado	Comentario
1		C25SLC_1	BOOL	000001	1	SE.AL DE BAJAR VELOCIDAD EN G1 CABLE
2		C25SRC_1	BOOL	000002	1	SE.AL DE SUBIR VELOCIDAD EN G1 CABLE
3		C25VLC_1	BOOL	000003	1	SE.AL DE BAJAR VOLTAJE EN G1 CABLE
4		C25VRFC_1	BOOL	000004	1	SE.AL DE SUBIR VOLTAJE EN G1 CABLE
5		C25SLC_2	BOOL	000008	1	SE.AL DE BAJAR VELOCIDAD EN G2 CABLE
6		C25SRC_2	BOOL	000009	1	SE.AL DE SUBIR VELOCIDAD EN G2 CABLE
7		C25VLC_2	BOOL	000010	1	SE.AL DE BAJAR VOLTAJE EN G2 CABLE
8		C25VRFC_2	BOOL	000011	1	SE.AL DE SUBIR VOLTAJE EN G2 CABLE
9		C25SLC_3	BOOL	000017	1	SE.AL DE BAJAR VELOCIDAD EN G3 CABLE
10		C25SRC_3	BOOL	000018	1	SE.AL DE SUBIR VELOCIDAD EN G3 CABLE
11		C25VLC_3	BOOL	000019	1	SE.AL DE BAJAR VOLTAJE EN G3 CABLE
12		C25VRFC_3	BOOL	000020	1	SE.AL DE SUBIR VOLTAJE EN G3 CABLE
13		C25SLC_4	BOOL	000024	1	SE.AL DE BAJAR VELOCIDAD EN G4 CABLE
14		C25SRC_4	BOOL	000025	1	SE.AL DE SUBIR VELOCIDAD EN G4 CABLE
15		C25VLC_4	BOOL	000026	1	SE.AL DE BAJAR VOLTAJE EN G4 CABLE
16		C25VRFC_4	BOOL	000027	1	SE.AL DE SUBIR VOLTAJE EN G4 CABLE
17		C23T1H	BOOL	000200	1	ALARMA H DE TEMPERATURA EN TRAF0 DE SERVICIOS DE ESTACION
18		C23T1HH	BOOL	000201	1	ALARMA HH DE TEMPERATURA EN TRAF0 DE SERVICIOS DE ESTACION
19		C88DIA_BLOCK	BOOL	000207	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A BLOQUEADO
20		C88DIA_C	BOOL	000208	2	COMANDO DE CIERRE DE COMPUERTA DE DISCIPACION A
21		C88DIA_CLS	BOOL	000209	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A CERRADA
22		C88DIA_CLS_FAULT	BOOL	000210	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A FALLA EN CERRADO
23		C88DIA_CLS_ING	BOOL	000211	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A CERRANDO
24		C88DIA_ERROR_FASE	BOOL	000212	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A ERROR DE FASE
25		C88DIA_FALLA	BOOL	000213	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A EN FALLA
26		C88DIA_FAULT_CH_A	BOOL	000214	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A FALLA EN CANAL A
27		C88DIA_FAULT_CH_B	BOOL	000215	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A FALLA EN CANAL B
28		C88DIA_LOCAL	BOOL	000216	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A MODO LOCAL
29		C88DIA_MANUAL_FAULT	BOOL	000217	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A EN FALLA MANUAL
30		C88DIA_O	BOOL	000218	2	COMANDO DE APERTURA DE COMPUERTA DE DISCIPACION A
31		C88DIA_OP	BOOL	000219	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A ABIERTA
32		C88DIA_OP_FAULT	BOOL	000220	1	COMPUERTA DE DE DISCIPACION A FALLA EN APERTURA

OK Cancelar Ayuda

Figura 3.10. Ventana del editor de variables de Concept.

Una vez finalizados los procedimientos anteriores se puede empezar a realizar cada sección del programa de acuerdo con las necesidades de cada etapa de control descritas anteriormente.

Se tiene una sección para la etapa de sincronización del grupo generador con el sistema nacional interconectado, una sección para la etapa de generación de aire comprimido, una sección para la etapa de control de los actuadores del canal de disipación, y una sección para el monitoreo del sistema de carga del banco de baterías.

Terminado las secciones necesarias se procede a realizar la programación del PLC, es decir, transferir nuestro programa al PLC y esto lo realiza conectando el computador con el PLC vía Ethernet como se muestra en la *Figura 3.11*.

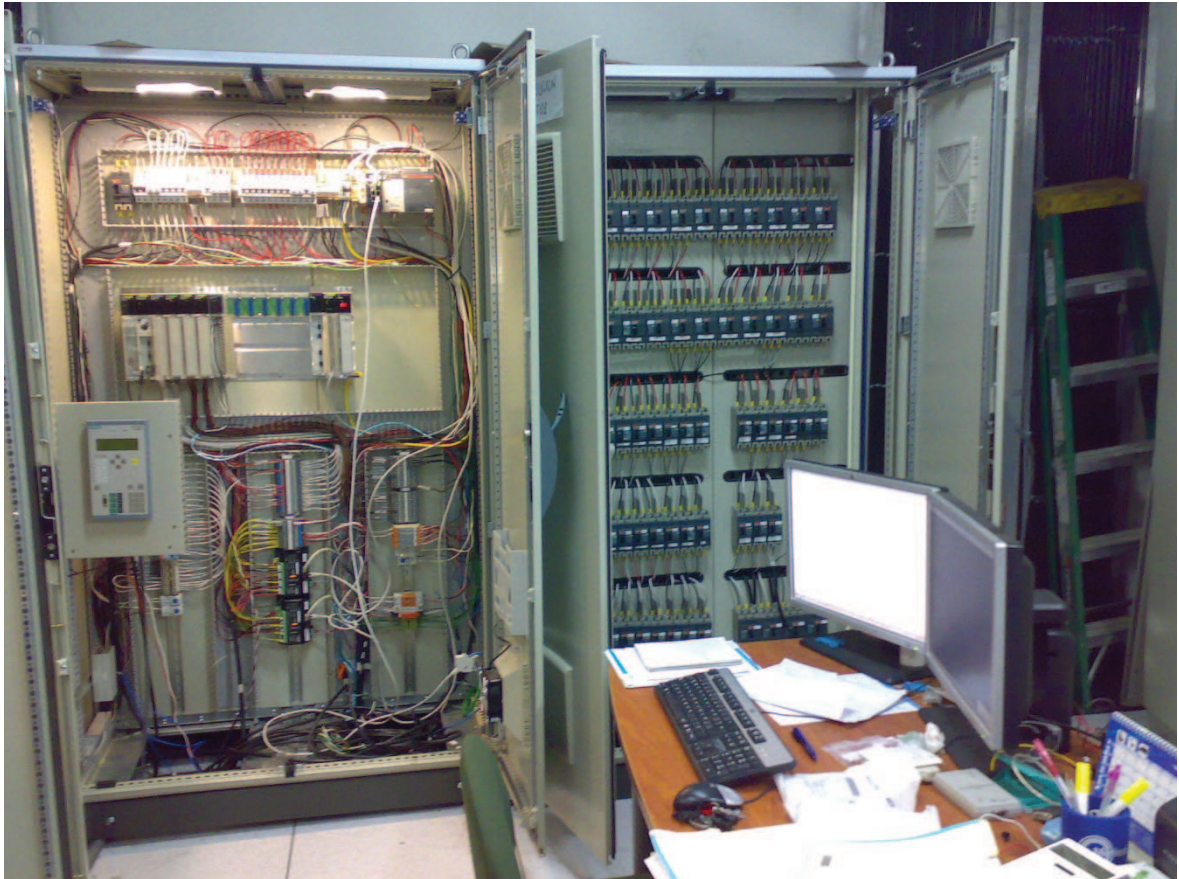


Figura 3.11. Programación del PLC mediante Ethernet.

CAPÍTULO IV

EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN

Finalizada la construcción del módulo y realizada la configuración del PLC es de fundamental importancia realizar pruebas las cuales determinaran el correcto funcionamiento del módulo para posteriormente su instalación en la CH. Cumbayá, para ello se realizaron pruebas adecuadas como son pruebas de aceptación de fábrica (FAT), las cuales ayudaran a determinar la correcta conexión de todos los equipos, y pruebas experimentales, las cuales permiten establecer el correcto funcionamiento e interacción de los equipos.

4.2. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE FÁBRICA – FAT¹¹

De acuerdo con la norma IEC 61551-SER¹² la prueba de aceptación de fabrica (FAT) no es un requisito, pero es necesario llevar a cabo si el software de aplicación de la solución lógica es complejo ó si la arquitectura es utilizando mecanismos redundantes. FAT es una forma práctica de probar y verificar el correcto funcionamiento de la seguridad del sistema implementado.

El principal objetivo de FAT es probar la seguridad del sistema implementado, se realizan normalmente durante la parte final del diseño antes de la instalación final en la planta.

Los fabricantes verifican que la seguridad del sistema implementado funcione según lo previsto y de acuerdo a los requisitos establecidos en las especificaciones de requerimientos de seguridad, SRS (Safety Requirements

¹¹ International Standard, IEC 62381 Automation systems in the process industry – Factory Acceptance Test (FAT), Site Acceptance Test (SAT), and Site Integration Test (SIT), 2006, 165 páginas.

¹² International Standard, IEC 61511-SER Safety instrumented for the process industry sector, 2003, 608 páginas.

Specification). Durante las pruebas los fabricantes revisan tanto como sea posible que:

- Los equipos utilizados son de acuerdo a las especificaciones; por ejemplo, el hardware y software poseen versiones compatibles.
- Los equipos utilizados serán instalados de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Las entradas y salidas están conectadas según los planos.
- La calibración de los equipos son correctos.
- Las salidas y sus acciones deben comportarse de acuerdo al SRS.
- Las funciones de restituir – reset deben operar de acuerdo al SRS.
- Las alarmas deben operar de acuerdo al SRS.
- Las funciones de operador deben funcionar de acuerdo al SRS.
- Las funciones de apagado manual deben funcionar de acuerdo al SRS.
- Las alarmas de diagnóstico deben funcionar de acuerdo al SRS.

Las pruebas de aceptación de fábrica se realizaron en las oficinas de la Unidad de Modernización de Centrales ubicada en la CH. Guangopolo como requisito principal de la EEQ para proceder con la instalación del módulo en la CH. Cumbayá, y estas son:

- Pruebas de continuidad.
- Chequeo de documentación.
- Chequeo de existencia de hardware y software.
- Inspección mecánica.
- Inspección de cableado, conexionado y terminaciones.
- Pruebas de arranque y funciones general del sistema.
- Pruebas de continuidad de puentes.
- Pruebas de medición de voltajes.
- Pruebas de comunicaciones.

En el ANEXO N.º XIV se pueden ver todas las pruebas de aceptación de fábrica realizadas.

4.3. PRUEBAS EXPERIMENTALES EN CH. CUMBAYÁ

Terminadas las pruebas FAT en las oficinas se procede al traslado del equipo hacia la CH. Cumbayá para su puesta en funcionamiento. Una vez instalado el módulo se procede a realizar el conexionado del mismo para ejecutar pruebas de envío y recepción de señales digitales y recepción de señales análogo – digitales, así como del funcionamiento de cada sección del programa.

4.3.1. PRUEBAS DE SEÑALES DIGITALES DE SALIDA

Con la ayuda del software de programación Concept se procede a forzar las salidas digitales. Primero se procede a crear una tabla de datos de referencia ingresando los datos de las variables declaradas ya sea ingresando la dirección o el nombre de la variable, en la *Figura 4.1* se puede observar la tabla creada con los datos de las señales digitales de salida, en la cual se puede forzar las señal marcando con un visto el casillero correspondiente a bloquear. El seleccionar bloquear permite introducir un valor lógico a nuestra salida digital conectado o desconectado.

	Nombre de variable	Tipo de dato	Dirección	Valor	Ingresar valor	Formato	Bloquear	Act. cicl.	Estado de anim.
1	C25SLC_1	BOOL	000001	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	C25SRC_1	BOOL	000002	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	C25VBLC_1	BOOL	000003	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	C25VBRC_1	BOOL	000004	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	C52C1_ON	BOOL	000005	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	C52C1_ALARM	BOOL	000006	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	C_32A1	BOOL	000007	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	C25SLC_2	BOOL	000008	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	C25SRC_2	BOOL	000009	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	C25VBLC_2	BOOL	000010	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	C25VBRC_2	BOOL	000011	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	C52C2_ON	BOOL	000012	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	C52C2_ALARM	BOOL	000013	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	C_32A2	BOOL	000014	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	ON_SINCRO	BOOL	000015	CON		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	buzzer	BOOL	000016	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	C25SLC_3	BOOL	000017	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	C25SRC_3	BOOL	000018	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	C25VBLC_3	BOOL	000019	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	C25VBRC_3	BOOL	000020	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	C52C3_ON	BOOL	000021	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	C52C3_ALARM	BOOL	000022	DES		Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 4.1. Tabla RDE de señales digitales de salida.

En la *Figura 4.2* se puede observar el diagrama de bloques de una de las secciones del Software en la cual se observa que las señales digitales de salida forzadas se encuentran resaltadas de color marrón.

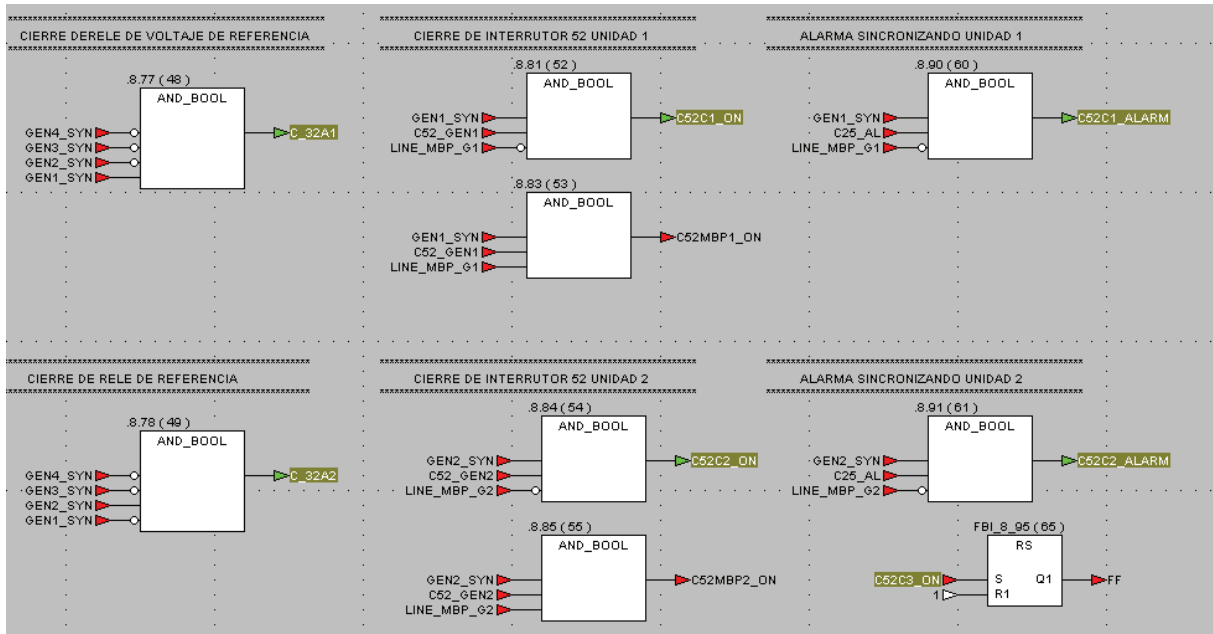


Figura 4.2. Diagrama de bloques con señales digitales de salida forzadas.

Una vez hecho el forzado de señales se procede a verificar cada una de las señales con la ayuda de un multímetro.

4.3.2. PRUEBA DE SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA

De la misma manera el software de programación permite monitorear el estado de las entradas digitales al crear una tabla con las variables. Se procede a revisar que cada una de las señales lleguen al PLC como se puede observar en la *Figura 4.3*. La figura permite apreciar que señales están conectadas y cuales están desconectadas.

	Nombre de variable	Tipo de dato	Dirección	Valor	Ingresar valor	Formato	Bloquear	Act. cicl.	Estado de anim.
1	GEN1C_SYN	BOOL	100005	CON		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	GEN1C_ON	BOOL	100006	CON		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	GEN1C_OFF	BOOL	100007	CON		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	GEN2C_SYN	BOOL	100009	CON		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	GEN2C_ON	BOOL	100010	CON		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	GEN2C_OFF	BOOL	100011	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	C25_AL	BOOL	100015	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	C25AVR_L	BOOL	100016	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	C25AVR_R	BOOL	100017	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	C25GOV_L	BOOL	100018	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	C25GOV_R	BOOL	100019	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	C25SYS	BOOL	100020	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	GEN3C_SYN	BOOL	100022	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	GEN3C_ON	BOOL	100023	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	GEN3C_OFF	BOOL	100024	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	GEN4C_SYN	BOOL	100026	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	GEN4C_ON	BOOL	100027	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	GEN4C_OFF	BOOL	100028	DES		Boolear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 4.3. Tabla RDE de señales digitales de entrada.

4.3.3. PRUEBAS DE SEÑALES DE ENTRADA ANALÓGICAS

De la misma manera, con la ayuda del software del PLC se procede a verificar que cada una de las señales analógicas se reciba correctamente para lo cual se crea una tabla de datos de referencia como se puede observar en la *Figura 4.4.*

	Nombre de variable	Tipo de dato	Dirección	Valor	Ingresar valor	Formato	Bloquear	Act. cicl.	Estado de anim.
1	C70ACA	INT	300001	15		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	C70ACB	INT	300002	13		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	C70F1	INT	300004	14		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	C70F2	INT	300005	15		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	CCBA	WORD	300011	5		Hex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	CCBC	WORD	300012	4		Hex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	CVBA	WORD	300013	6		Hex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	C26T1	WORD	300014	4		Hex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	C26T2	WORD	300015	0		Hex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	23AC	INT	300018	0		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	23BC	INT	300019	0		Dec.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 4.4. Tabla RDE de señales analógicas de entrada.

Los datos de las entradas analógicas también se pueden observar en el diagrama de bloques en la sección de señales analógicas de entrada como se puede ver en la *Figura 4.5.* Las señales que se encuentran recibiendo se encuentran resaltadas de color amarillo.

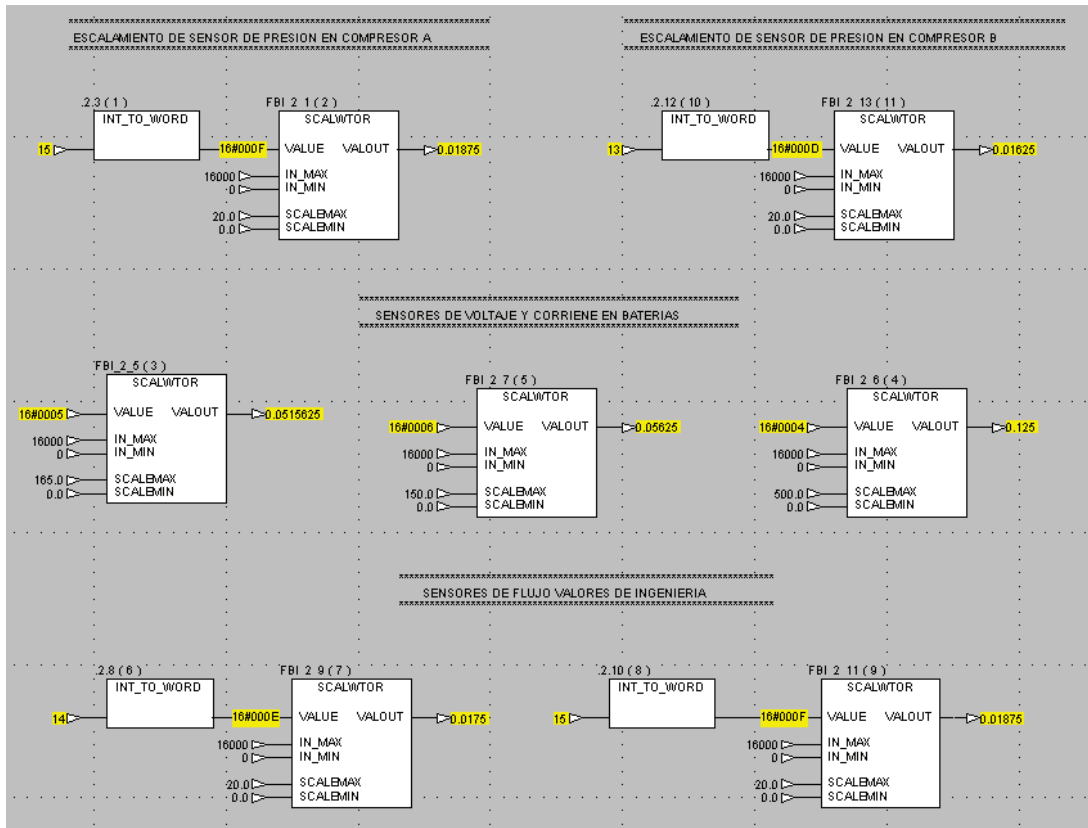


Figura 4.5. Diagrama de bloques entradas analógicas.

4.4. CONCLUSIONES

En el proceso de automatización de la Central Hidroeléctrica Cumbayá y con la ayuda del departamento de seguridad industrial de la empresa se llegó a la conclusión que el control del sistema de CO₂ debe ser independiente para cada unidad y no centralizarlo en el presente módulo.

Se ha demostrado mediante múltiples pruebas y ensayos reales, que el módulo implementado funciona correctamente y cumple todas las especificaciones técnicas requeridas por el proceso y por la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Esta experiencia en el ensamblado del módulo indica que, sobre la base de la tecnología disponible en el mercado actual, se pueden utilizarse equipos que

carecen de tecnología y mediante la ayuda de otros equipos poder utilizarlos en procesos de automatización.

Con este diseño se puede afirmar que la Unidad de Modernización de Centrales, tiene la capacidad humana y tecnológica para continuar con el proceso que viene llevando a cabo la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Con este nuevo módulo de control y monitoreo del sistema de servicios generales, se puede simplificar las labores de operación en la central ya que al poder conectarse con el sistema SCADA y en este poder visualizarse los datos de las variables que monitorea el módulo se puede realizar maniobras sin necesidad que el personal de operación se dirija al lugar donde se encuentra ubicado dicho valor de la variable.

Respecto a la programación del PLC, se puede decir que lleva a cabo todas las funciones para las que fue diseñado y puede ser modificado de así requerirlo.

El módulo cuenta con entradas y salidas para el monitoreo o control de alguna variable de así requerir el sistema en el futuro.

Es un diseño de control de servicios generales compacto, y fácil de manipularlo con planos “didácticos” que permitan al personal familiarizarse con el equipo instalado.

Se obtuvo experiencias en la utilización de equipos de sincronización, de comunicación, de acondicionamiento de señales que para en un futuro posterior hacer uso de esos conocimientos adquiridos.

4.5. RECOMENDACIONES

Para el mantenimiento que requiere el módulo ya sea este preventivo o correctivo se recomienda que únicamente el personal autorizado manipule los equipos instalados.

Realizar un estudio de la factibilidad de obtención de datos del sincronizador SIPROTEC 7VE61 mediante protocolo Modbus, según las necesidades futuras que se tengan.

Se recomienda el cambio de los sensores de temperatura Cu10 de los transformadores del Servicio de Estación cuando estos presenten alguna anomalía mediante RTD's.

Leer de forma general los Datasheet de cada dispositivo, para tener una mejor idea de su funcionamiento, aplicaciones, dimensiones, etc. Con esto se logra tener un mejor uso del dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Libros:

- [1] **BEDOYA Nelson.** Procedimientos operativos Central Cumbayá. Quito, Ecuador. 2005. 18 págs.
- [2] **Empresa Eléctrica Quito S.A.** Operación de centrales y subestaciones. Quito, Ecuador. 2007. 60 págs.
- [3] **Interntional Standard.** IEC 61131-3 Programmable Controllers. 2007. 285 págs.
- [4] **International Standard.** IEC 62381 Automation systems in the process industry – Factory Acceptance Test (FAT), Site Acceptance Test (SAT), and Site Integration Test (SIT). 2006. 165 págs.
- [5] **International Standard.** IEC 61511-SER Safety instrumented for the process industry sector. 2003. 608 págs.
- [6] **KOSOW Irving.** Máquinas eléctricas y transformadores. Madrid, España. 2001. 347 págs.
- [7] **MACKAY Steve, WRIGHT Edwin, REYNDERS Deon, PARK John.** Practical industrial data networks. Gran Bretaña. 2004. 422 págs.
- [8] **ORTIZ Ramiro.** Pequeñas centrales hidroeléctricas. México. 2001. 357 págs.
- [9] **PIEDRAFITA Ramón.** Ingeniería de la automatización industrial. Madrid, España. 2004. 685 págs

- [10] **RAMIREZ José, BELTRAN Lorenzo.** Máquinas motrices generadores de energía eléctrica. Barcelona, España. 1996. 827 págs.
- [11] **RAMIREZ José, ORTEGA Juan.** Máquinas de corriente alterna. Barcelona, España. 1998. 686 págs.
- [12] **RODRIGUEZ Aquilino.** Comunicaciones industriales – guía práctica. Barcelona, España. 2008. 286 págs.
- [13] **SANZ FEITO Javier.** Máquinas eléctricas. Madrid, España. 2002. 491 págs.
- [14] **SCHNEIDER ELECTRIC,** Manual Concept v2.6, 2007, 1997 págs.
- [15] **SIMON André.** Autómatas programables: programación, automatismo y lógica programada. Madrid, España. 1995. 247 págs.
- [16] **WILDI Theodore.** Máquinas eléctricas y sistemas de potencia. México. 2007. 934 págs.

2. Tesis:

- [1] **ABAD Jackeline.** Diseño e implementación de un tablero para la transferencia automática de energía y sincronización de generadores de emergencia para el Centro Comercial El Condado. Tesis (Ingeniera Eléctrica). Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica. 2008. págs.
- [2] **CASTILLO Fabián.** Diseño del sistema de sincronización automático para grupos de emergencia. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Quito, Ecuador. Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica. 1983. 120 págs.

[3] **ROMAGOSA Jaume, GALLEGO David, PACHECO Raúl**, Sistemas SCADA. Tesis (Ingeniero Electrónico Industrial). Catalunya, España. Universidad Politécnica de Catalunya. 2004. 66 págs.

3. Páginas Web:

[1] http://es.wikipedia.org/wiki/Generación_de_energía_eléctrica.

[2] <http://www.hartcomm.org>.

[3] <http://www.modbus.org>.

[4] <http://www.odva.org>.

[5] <http://www.schneider-electric.com>.

[6] <http://www.siemens.com>.

[7] <http://www.wago.com>.

PLANOS

CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS

UMC-0000-G-LG-00-001

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS
UNIDAD MODERNIZACIÓN DE CENTRALES

U M C - A A A A - B - C C - D D - N N N

UNIDAD MODERNIZACIÓN CENTRALES

NOMBRE CENTRAL DE GENERACIÓN

ESPECIALIDAD

TIPO DE DOCUMENTO

ÁREA

NUMERO SECUENCIAL

A A A A		B	D D	
NOMBRE CENTRAL DE GENERACION		CODIGO DE ESPECIALIDAD	CODIGO DE AREA	
NAYN	NAYÓN	G	U1	UNIDAD 1
CUMB	CUMBAYA	M	U2	UNIDAD 2
CHIL	CHILLOS	E	U3	UNIDAD 3
PASO	PASOCHOA	C	U4	UNIDAD 4
CTGH	GUALBERTO H.	I	U5	UNIDAD 5
GUAN	GUNGOPOLO	T	U6	UNIDAD 6
			Un	UNIDAD n
			SG	SERVICIOS GRLES.
			HI	HIDRAULICA

N N N

NUMERO SECUENCIAL
Comienza 1,2,3.....

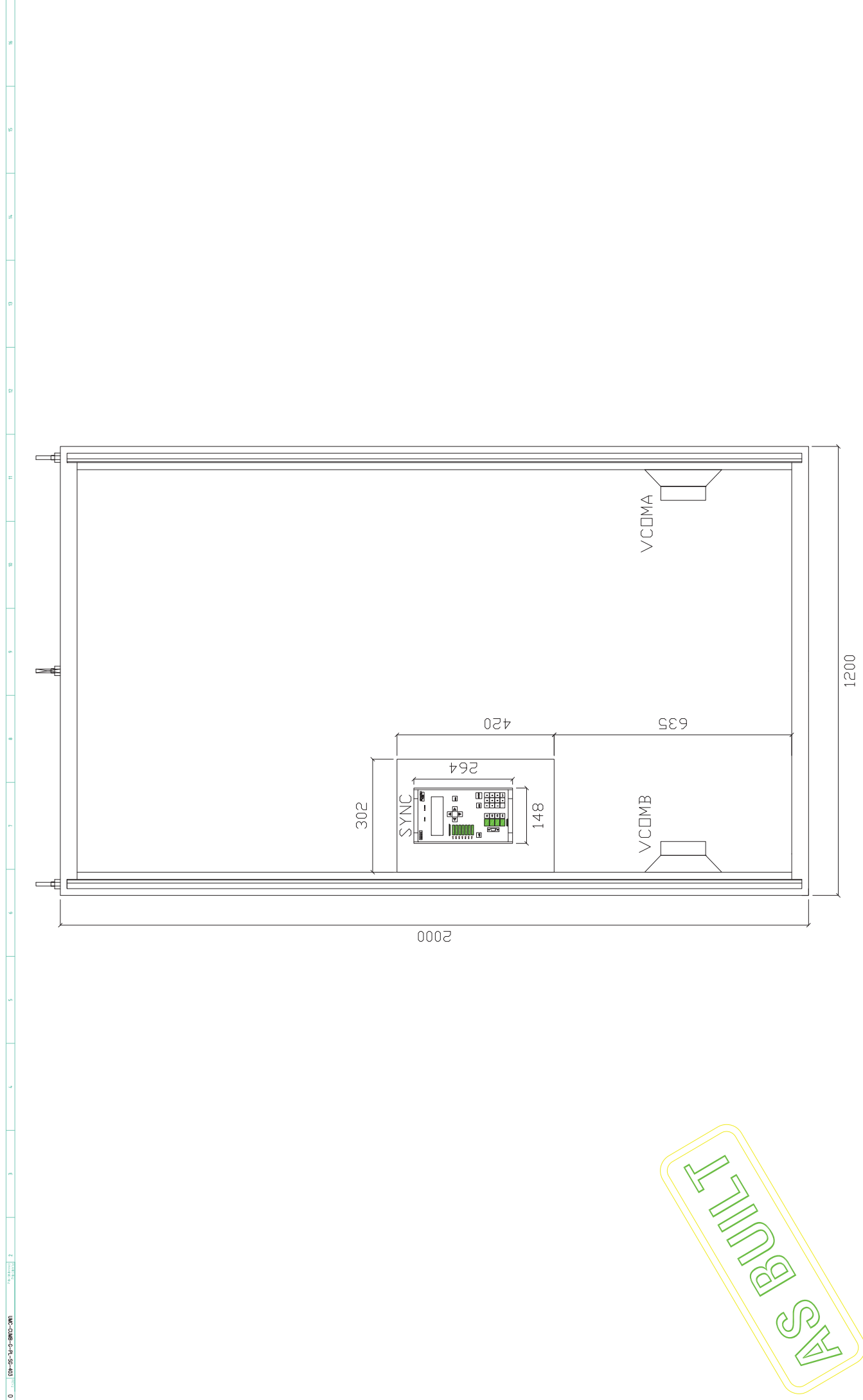
C C

TIPOS DE DOCUMENTOS

PLANOS	LISTADOS	COMUNICACIONES
P	L	T
PU Plano Diagrama Unifilar	LA Check List	TE Carta Emitida
PC Planos de conexionado	LC Lista de Carga	TC Comunicaciones/Certif.
PY Plano Layout	LB Lista de Cables	TM Memo Emitido
PL Plano General	LD Lista de Documentos	TO Orden de Compra
PP Plot Plant	LE Lista de Equipos	TG Minuta General
PS Plano Simbología General	LI Lista de Instrumentos	TR Comunicación de requisión
PT Plano Típico	LM Lista de Materiales	TF Oferta
PB Plano ubicación instrumentos	LP Lista de Precios	TG Comunicaciones Generales
PV Planos Civiles	LS Lista de Señales	TR Transmital
PE Planos electricos	LR Lista de Proveedores	
PA Arquitecturas	LG Listado General	
PD Plano tuberías e instrumentación (P&ID)		
PF Plano de flujos de proceso		

CALCULOS	DOCUMENTOS	D
C		
CA Análisis de Cargas	DA Acta de Recepción Definitiva	DS Reporte General
CG Cálculos General	DB Análisis Técnico Económico	DT Simulación
CE Cálculos Electricos	DC Acta de Inicio	DU Memoria Descriptiva
CI Cálculos de Instrumentación/Control	DD Reporte de Progreso	DV Manual de Operaciones
CT Hoja Técnica	DE Acta de terminación de la obra	DY Cronograma
CM Memoria de Calculo	DF Aclaratoria Técnica	DZ Solicitudes a Bodega
CP Estudio de Coordinación de Prot.	DG Bases y Criterios de Diseño	D1 Despliegues gráficos
	DH Orden de cambio	D2 Procedimientos
	DI Solicitud de Cambio	D3 Informe mensual
	DJ Estimado de Costos	D4 Planificación mensual
	DK Especificaciones	D5 Informe actividades
	DL Estudio de Cargas	
	DM Estudios Generales	
	DN Documento General	
	DO Filosofía/lógica de Control	
	DP Filosofía de Operación	
	DQ Hoja de Datos/Formularios	
	DR Instructivo - Instrucciones	

TODOS LOS CAMPOS SON MANDATORIOS Y CUANDO NO ES APLICABLE EL CAMPO DEBE SER LLENADO CON 0 (CERO)
CUANDO EL AREA NO SE ENCUENTRE DEFINIDA SE COLOCARA UN X



AS BUILT

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

PLANOS REFERENCIALES

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB.	PROYECTO:
0	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
2	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
3	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
4	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
5	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
6	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
7	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
8	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
9	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
10	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
11	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
12	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
13	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
14	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
15	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	
16	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	PLC COMUN	

EMPRESA
AUTOMATIZACION CENTRALES

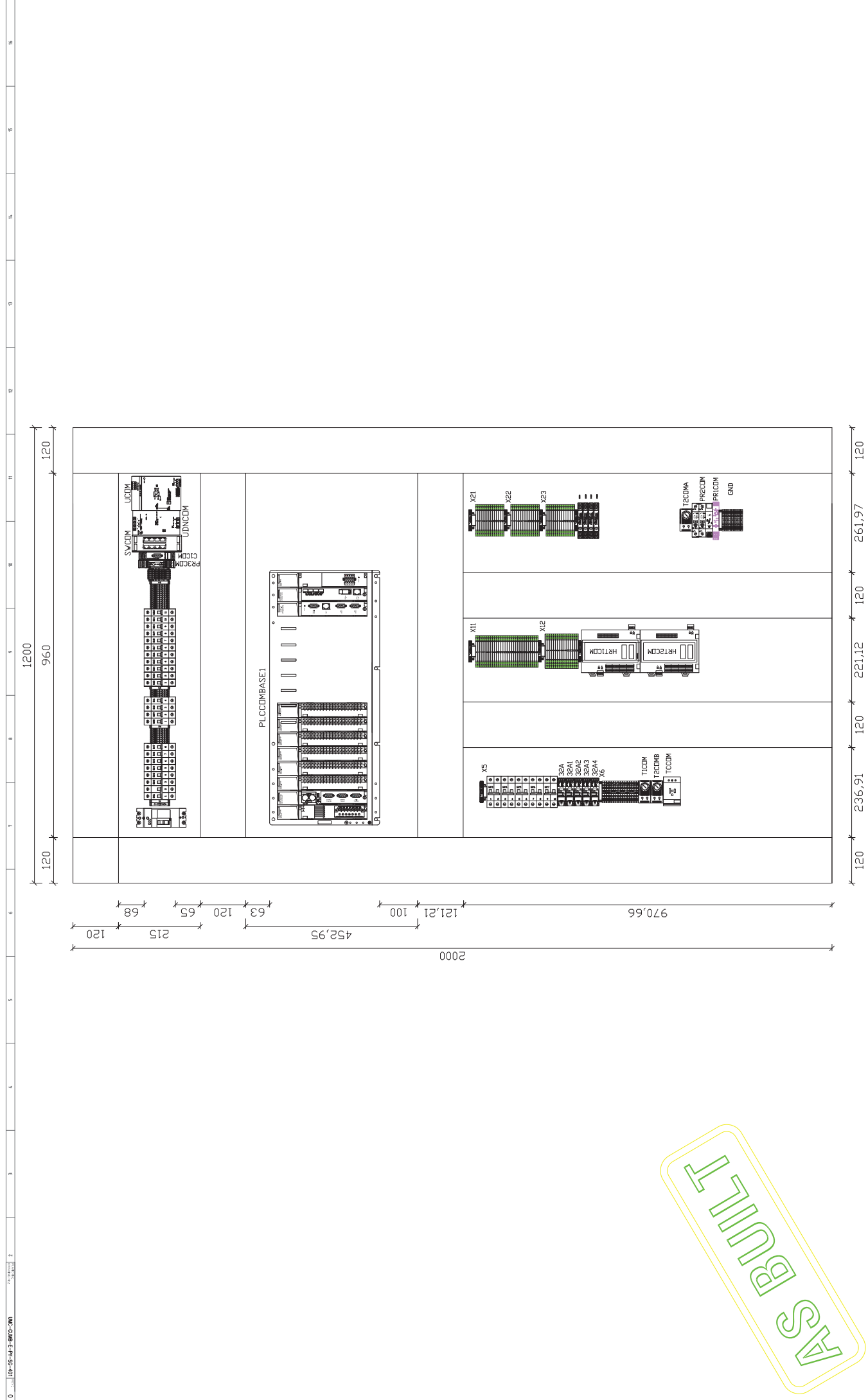
PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

VISTA FRONTAL CP-COM

UMC-CUMB-G-PL-SG-403

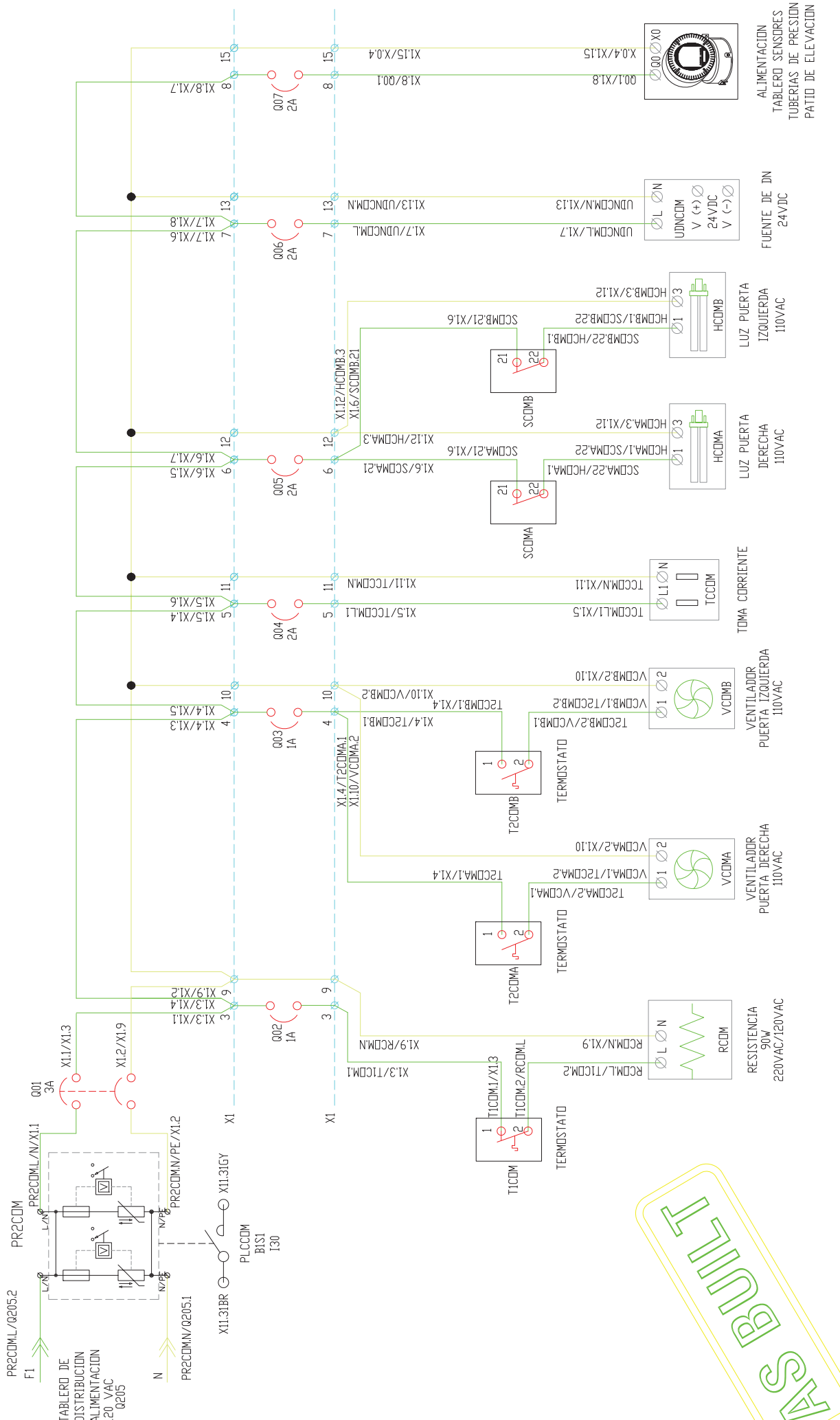
REV: 0



AS BUILT

NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		PLANOS REFERENCIALES		AUTOMATIZACION CENTRALES	
DIBUJO EMITIDO <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> PRELIMINARY <input type="checkbox"/> PARA REVISIÓN <input type="checkbox"/> PARA REVISION <input type="checkbox"/> PARA DISEÑO <input type="checkbox"/> PARA INFORMATION <input type="checkbox"/> RETIRADO <input type="checkbox"/> RETIRED		DESCRIPCION DESCRIPTION PARA CONSTRUCCION FOR CONSTRUCTION		POR REVISIONES FOR REVISIONS ACT. / M. / EF. ACT. / M. / EF.	
FECHA DATE 4. 13/07/09 0. 01/07/09		REV. REV. 4. 0.		BLOQUE BLOCK AUTOMATIZACION CENTRALES AUTOMATIZATION CENTRALES	
PROYECTO: PROJECT: TABLERO DE PLC COMUN COMMON PLC BOARD		CONTENIDO: CONTENTS: DIAGRAMA DE LAYOUT LAYOUT DIAGRAM		ESCALA: SCALE: 5/8"	
EMPRESA: COMPANY: AUTOMATIZACION CENTRALES S.A. AUTOMATIZATION CENTRALES S.A.		DISEÑADO POR: DESIGNED BY: J. M. BUSTOS J. M. BUSTOS		REVISADO POR: CHECKED BY: F. J. BUSTOS F. J. BUSTOS	
PROYECTO N.º: PROJECT N.º: UMC-CUMB-E-PY-SG-401		DISEÑO N.º: DESIGN N.º: UMC-CUMB-E-PY-SG-401		DIBUJO N.º: DRAWING N.º: UMC-CUMB-E-PY-SG-401	

0 100-55-347-800-000 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

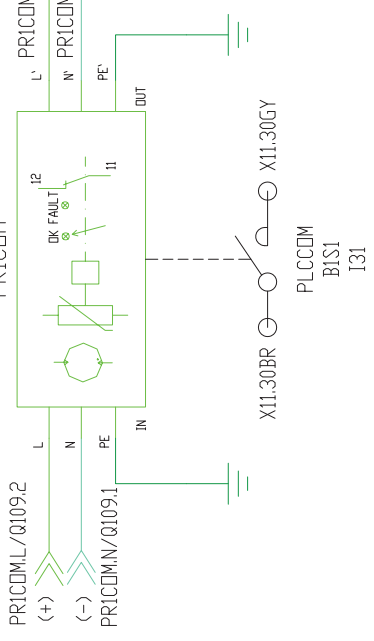


AS BUILT

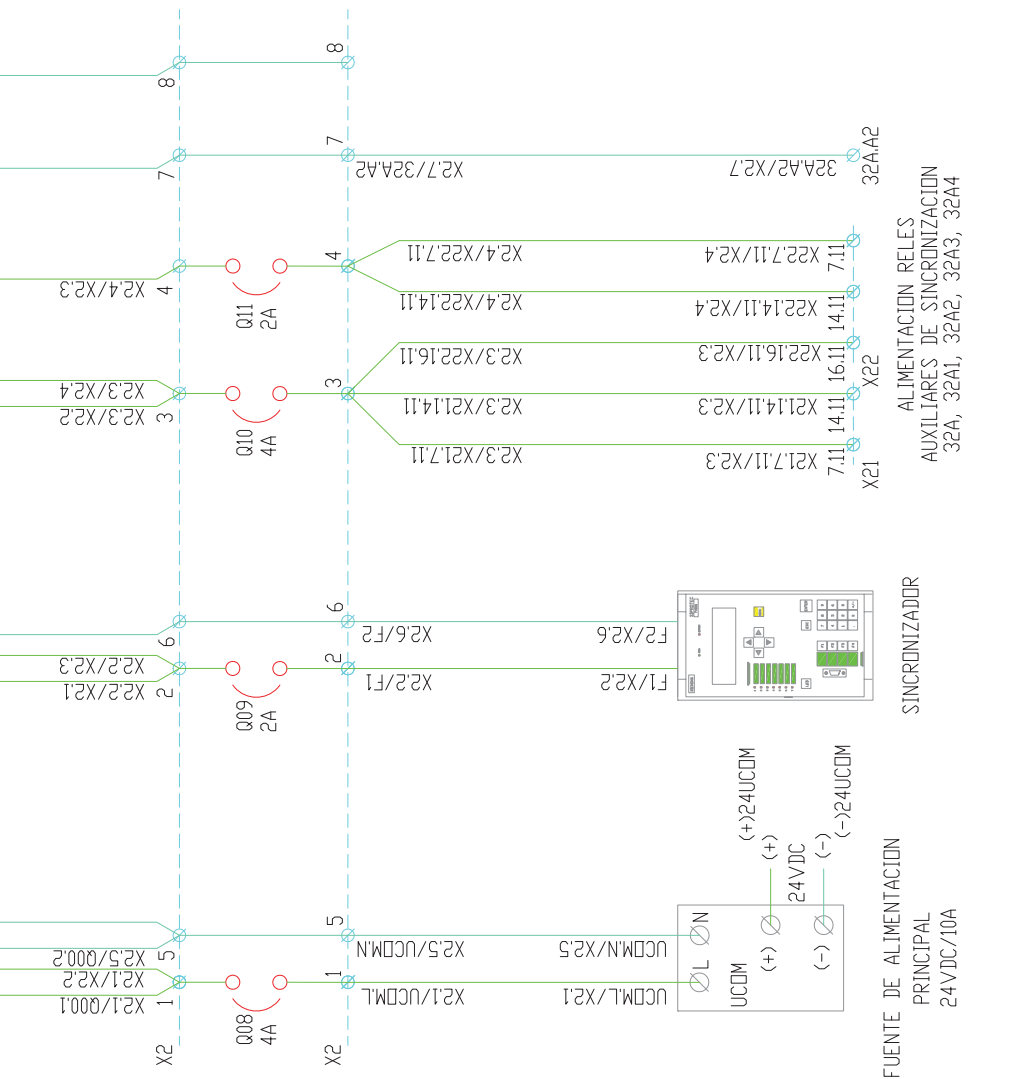
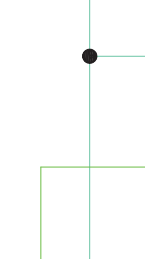
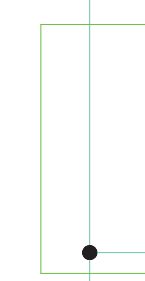
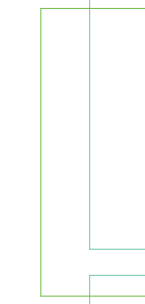
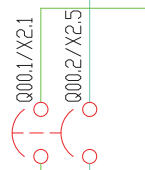
NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO DRAWING ISSUED		FECHA DATE		DESCRIPCION DESCRIPTION		POR BY		BLOQUE BLOCK		PROYECTO PROJECT	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINAR	<input checked="" type="checkbox"/>	CONSTRUCCION	4	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	EF.	ACT.	J.M.	EF.	ACT.	J.M.	EF.
<input type="checkbox"/>	REVISION	<input type="checkbox"/>	REVISION	5	01/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	EF.	ACT.	J.M.	EF.	ACT.	J.M.	EF.
<input type="checkbox"/>	PARA DISEÑO	<input type="checkbox"/>	PARA INFORMACION												
<input type="checkbox"/>	RETRAZADO	<input type="checkbox"/>	RETRAZADO												

EMPRESA AUTOMATIZACION CENTRALES
 AUTOMATIZACION CENTRALES
 TABLERO DE ALIMENTACION DE PLC COMUN
 DIAGRAMA DE ALIMENTACION 120VAC
 CP-CDM
 UMC-CUMB-E-PE-SG-401
 REV: 0

TABLERO DE DISTRIBUCION ALIMENTACION 125 VDC Q109



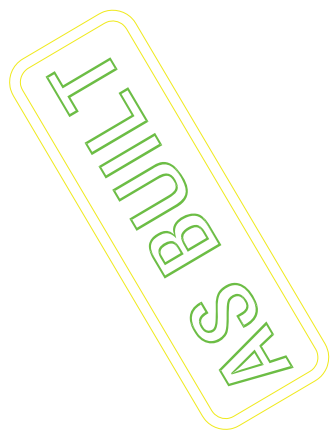
Q00
15A



FUENTE DE ALIMENTACION PRINCIPAL 24VDC/10A

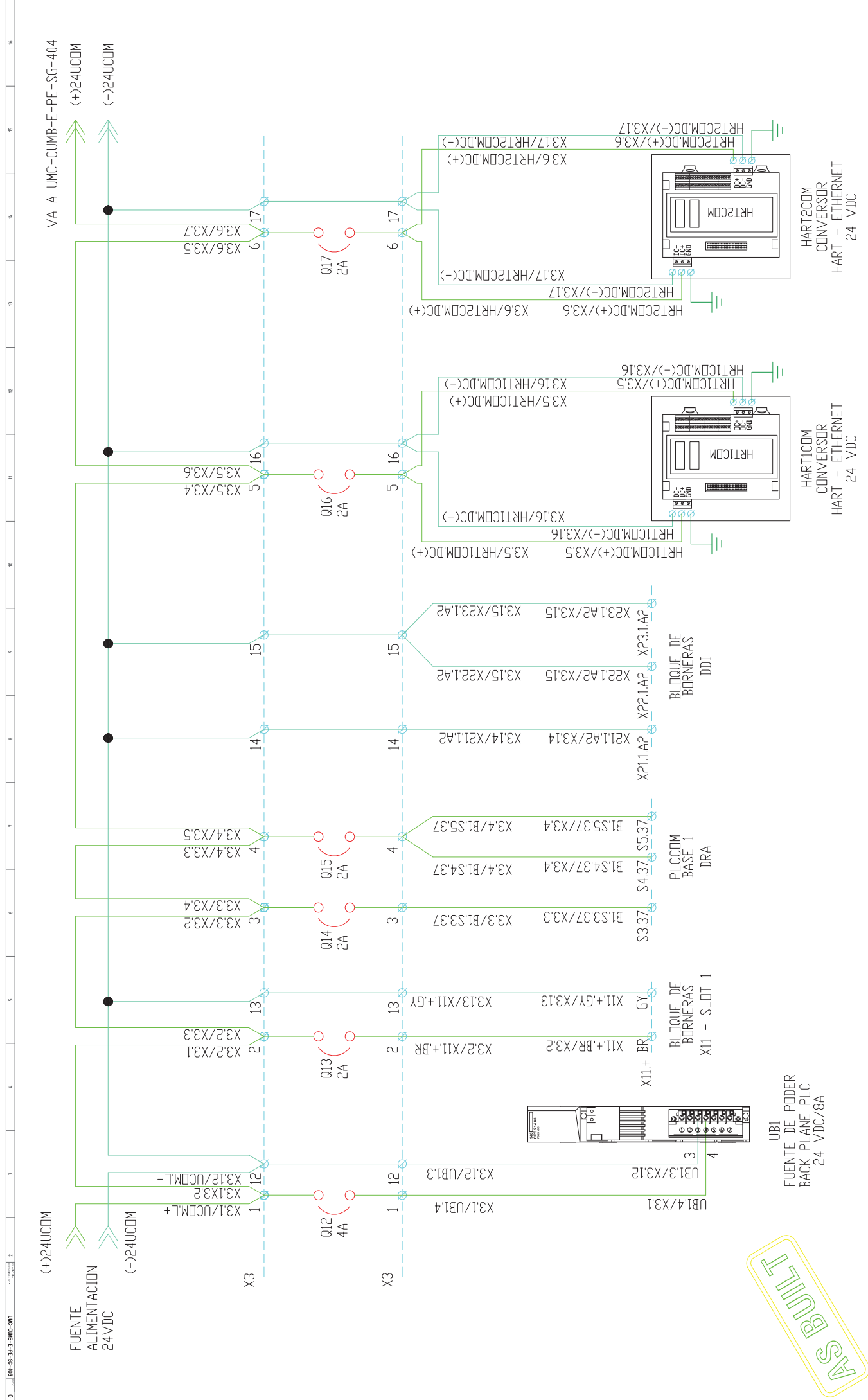
SINCROZADOR

ALIMENTACION RELES AUXILIARES DE SINCRONIZACION 32A, 32A1, 32A2, 32A3, 32A4



NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO DRAWING ISSUED		FECHA DATE		DESCRIPCION DESCRIPTION		POR REVISIONES BY REVISIONS		BLOQUE BLOCK		PROYECTO: PROJECT:	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINAR	<input type="checkbox"/>	CONSTRUCCION	4	12/07/09	PARA REVISION	ACT.	J.M.	07/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	07/07/09	AUTOMATIZACION CENTRALES	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINARY	<input checked="" type="checkbox"/>	FOR CONSTRUCTION	4	12/07/09	FOR REVISION	ACT.	J.M.	07/07/09	FOR CONSTRUCTION	ACT.	J.M.	07/07/09	TABLERO DE PLC COMUN	
<input type="checkbox"/>	FOR REVISION	<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION	0	01/07/09	FOR INFORMATION	ACT.	J.M.	07/07/09	FOR INFORMATION	ACT.	J.M.	07/07/09	DIAGRAMA DE ALIMENTACION 125VDC	
<input type="checkbox"/>	FOR DISSEMINATION	<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION											CP-CDM	
<input type="checkbox"/>	FOR DISSEMINATION	<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION											UMC-CUMB-E-PE-SG-402	
<input type="checkbox"/>	FOR DISSEMINATION	<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION											REV: 0	





AS BUILT

UB1
FUENTE DE PODER
BACK PLANE PLC
24 VDC/8A

HART1CDM
CONVERSOR
HART - ETHERNET
24 VDC

HART2CDM
CONVERSOR
HART - ETHERNET
24 VDC

PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO		FECHA		DESCRIPCION		POR REVISIONES		BLOQUE		PROYECTO:	
NO.	DESCRIPCION	PRELIMINAR	CONSTRUCCION	1	2	PARA CONSTRUCCION	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM.	EF.	ACT.	UM.	EF.
1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	12/07/09	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						AUTOMATIZACION CENTRALES
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	12/07/09	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						TABLERO DE PLC COMUN
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						DIAGRAMA DE ALIMENTACION 24VDC
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						CP-CDM
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						CP-CDM
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						UMC-CUMB-E-PE-SG-403
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						REV: 0

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

EMPRESA AUTOMATIZACION CENTRALES

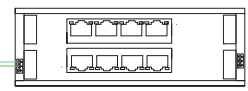
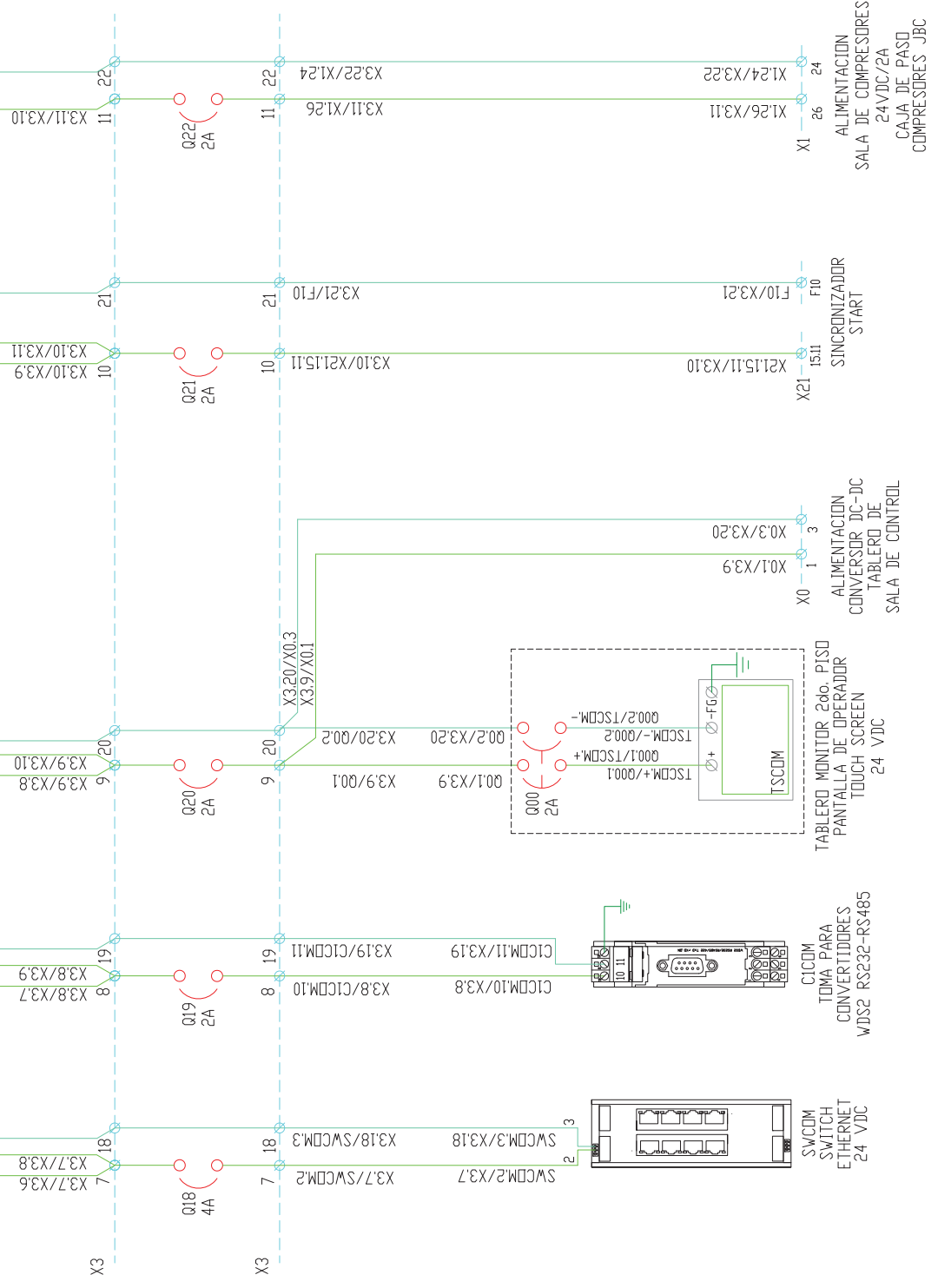


PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES
CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN
DIAGRAMA DE ALIMENTACION 24VDC
CP-CDM

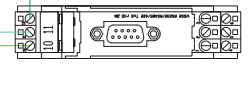
NO.	DESCRIPCION	FECHA	REVISADO	ELABORADO
1		12/07/09		
2		12/07/09		

VIENE DE UMC-CUMB-E-PE-SG-403

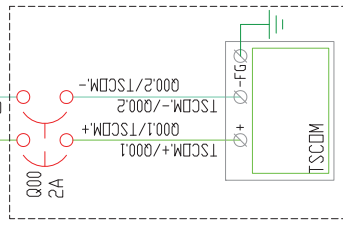
(+)24UCDM
(-)24UCDM



SWCM SWITCH ETHERNET 24 VDC



C1CDM TOMA PARA CONVERTIDORES WDS2 RS232-RS485



TSCDM TABLET
TABLERO MONITOR 200. PISO PANTALLA DE OPERADOR TOUCH SCREEN 24 VDC

ALIMENTACION SALA DE COMPRESORES 24VDC/2A
CAJA DE PASO COMPRESORES JBC

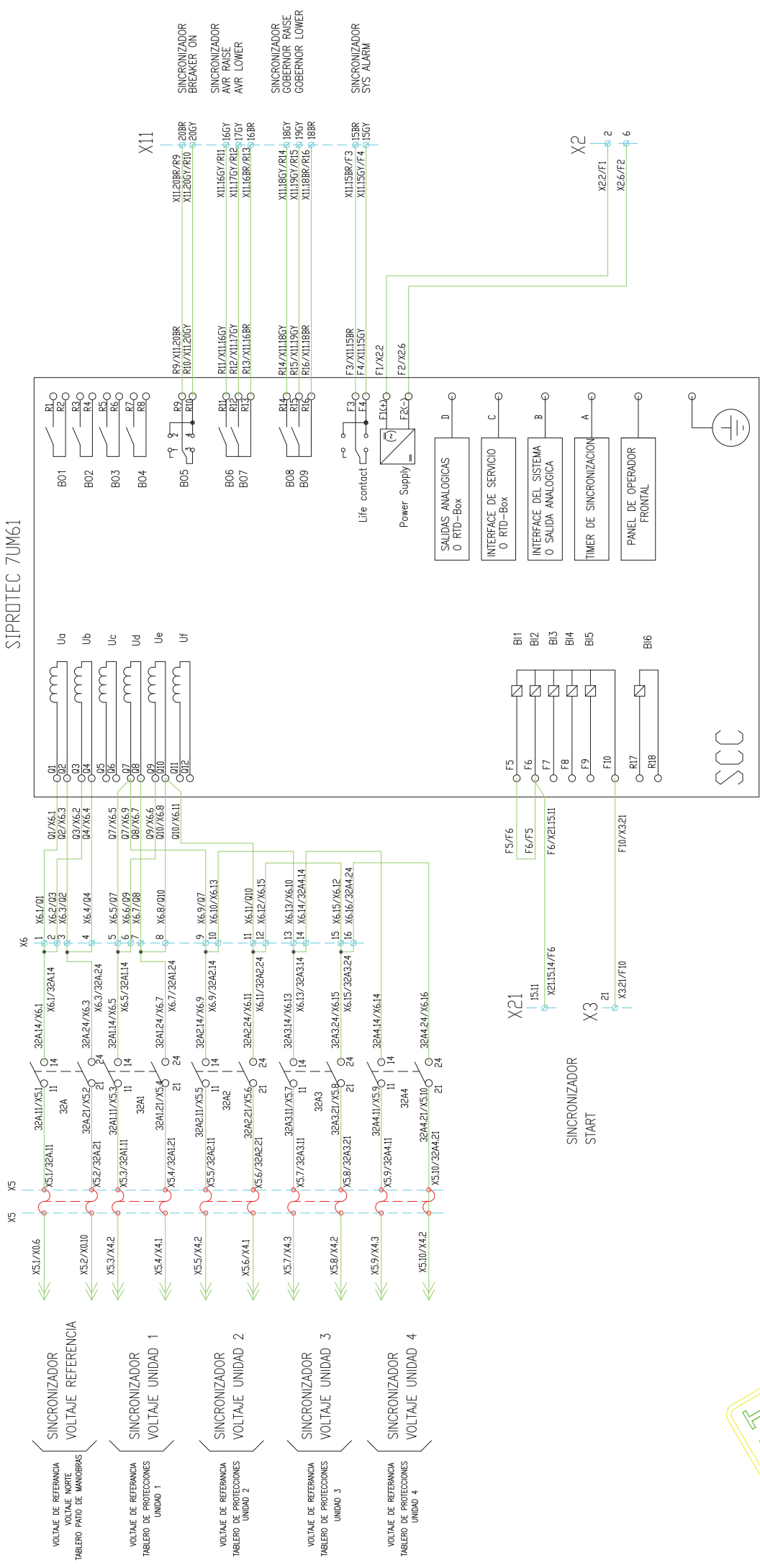
SINCRONIZADOR START

ALIMENTACION CONVERTIDOR DC-DC TABLERO DE SALA DE CONTROL

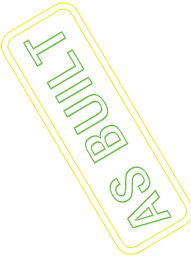
AS BUILT

NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO DRAWING ISSUED		FECHA DATE		DESCRIPCION DESCRIPTION		POR BY		BLOQUE BLOCK		PROYECTO PROJECT	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINARIO	<input type="checkbox"/>	CONSTRUCCION	4	12/07/09	PARA REVISION	ACT.	J.M.	EF.	PARA REVISION	ACT.	J.M.	EF.	ALIMENTACION SALA DE COMPRESORES	AUTOMATIZACION CENTRALES
<input type="checkbox"/>	PARA REVISION	<input type="checkbox"/>	PARA CONSTRUCCION	0	01/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	EF.	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	EF.	TABLERO DE PLC COMUN	
<input type="checkbox"/>	PARA DISEÑO	<input type="checkbox"/>	PARA INFORMACION			PARA INFORMACION								DIAGRAMA DE ALIMENTACION 24VDC	
<input type="checkbox"/>	REVISADO	<input type="checkbox"/>	FORNITURACION			FORNITURACION								CP-CDM	
														UMC-CUMB-E-PE-SG-404	
														REV: 0	

SINCRONIZADOR PLC COMUN SIPROTEC 7UM61

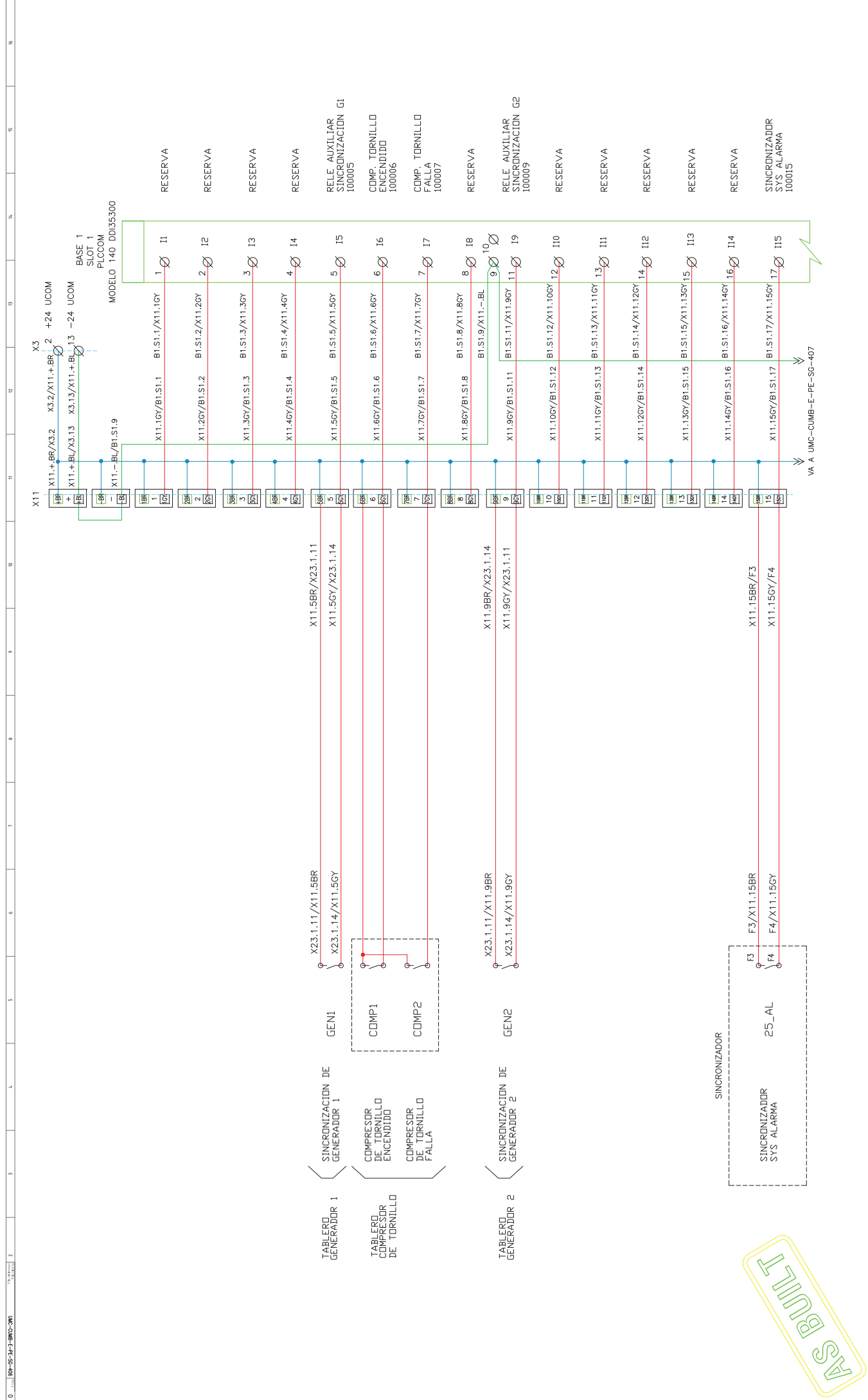


SCC

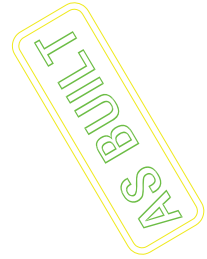


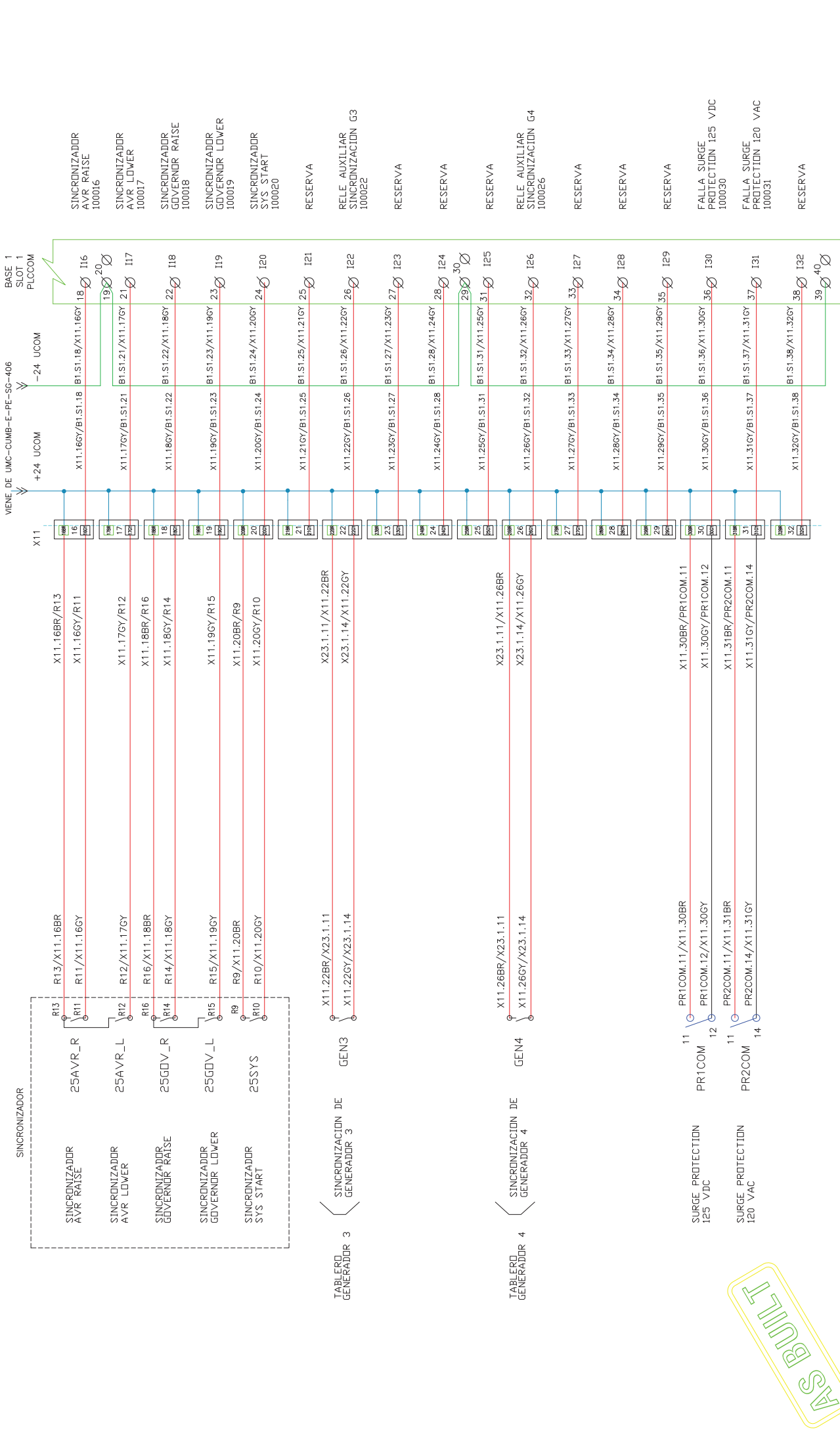
SINCRONIZADOR BREAKER ON
SINCRONIZADOR AVR RAISE
SINCRONIZADOR GOVERNOR LOWER
SINCRONIZADOR GOVERNOR RAISE
SINCRONIZADOR STS ALARM

PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO		FECHA		DESCRIPCION		POR REVISIONES		BLOQUE		PROYECTO:	
		DRAWING ISSUED		DATE		DESCRIPTION		BY		BLOCK		AUTOMATIZACION CENTRALES	
		<input type="checkbox"/> PRELIMINARY		4. 13/07/09		PARA CONSTRUCCION		ACT. J.M. BF.		PARA REVISIONES		CONTENIDO: TABLERO DE PLC COMUN	
		<input checked="" type="checkbox"/> PARA CONSTRUCCION		0. 01/07/09		PARA CONSTRUCCION		ACT. J.M. BF.		PARA REVISIONES		DIAGRAMA DE SINCRONIZADOR	
		<input type="checkbox"/> PARA REVISIONES										CP-CDM	
		<input type="checkbox"/> PARA INFORMACION										UMC-CUMB-E-PE-SG-405	
		<input type="checkbox"/> RETIRADO										REV: 0	



PLANOS REFERENCIALES		PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES	
NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN ENTRADAS DIGITALES BASE 1 SLOT 1 CP-CDM	
DIBUJO EMITIDO		FECHA	
DRAWING ISSUED		DATE	
<input type="checkbox"/> PRELIMINARY	<input checked="" type="checkbox"/> FOR CONSTRUCTION	ACT. 1	JUN. 07/09
<input type="checkbox"/> FOR REVIEW	<input type="checkbox"/> FOR INFORMATION	ACT. 2	JUN. 07/09
<input type="checkbox"/> FOR DESIGN	<input type="checkbox"/> FOR INFORMATION	ACT. 3	JUN. 07/09
<input type="checkbox"/> RETRACED	<input type="checkbox"/> FOR INFORMATION	ACT. 4	JUN. 07/09
REVISADO		REVISADO No.:	
REVISADO		DRAWING No.:	
9		96	
8		96	
7		96	
6		96	
5		96	
4		96	
3		96	
2		96	
1		96	
0		96	





BASE 1
SLOT 1
PLCCOM

VIENE DE UMC-CUMB-E-PE-SG-406

+24 UCOM

-24 UCOM

REVISIONS

REV	FECHA	DESCRIPCION
1	12/07/09	PARA CONSTRUCCION
2	12/07/09	PARA REVISION
3	01/07/09	PARA CONSTRUCCION

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

ENTRADAS DIGITALES BASE 1 SLOT 1

CP-CDM

UMC-CUMB-E-PE-SG-407

REVISIONS

REV	FECHA	DESCRIPCION
1	12/07/09	PARA CONSTRUCCION
2	12/07/09	PARA REVISION
3	01/07/09	PARA CONSTRUCCION

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

ENTRADAS DIGITALES BASE 1 SLOT 1

CP-CDM

UMC-CUMB-E-PE-SG-407

REVISIONS

REV	FECHA	DESCRIPCION
1	12/07/09	PARA CONSTRUCCION
2	12/07/09	PARA REVISION
3	01/07/09	PARA CONSTRUCCION

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

ENTRADAS DIGITALES BASE 1 SLOT 1

CP-CDM

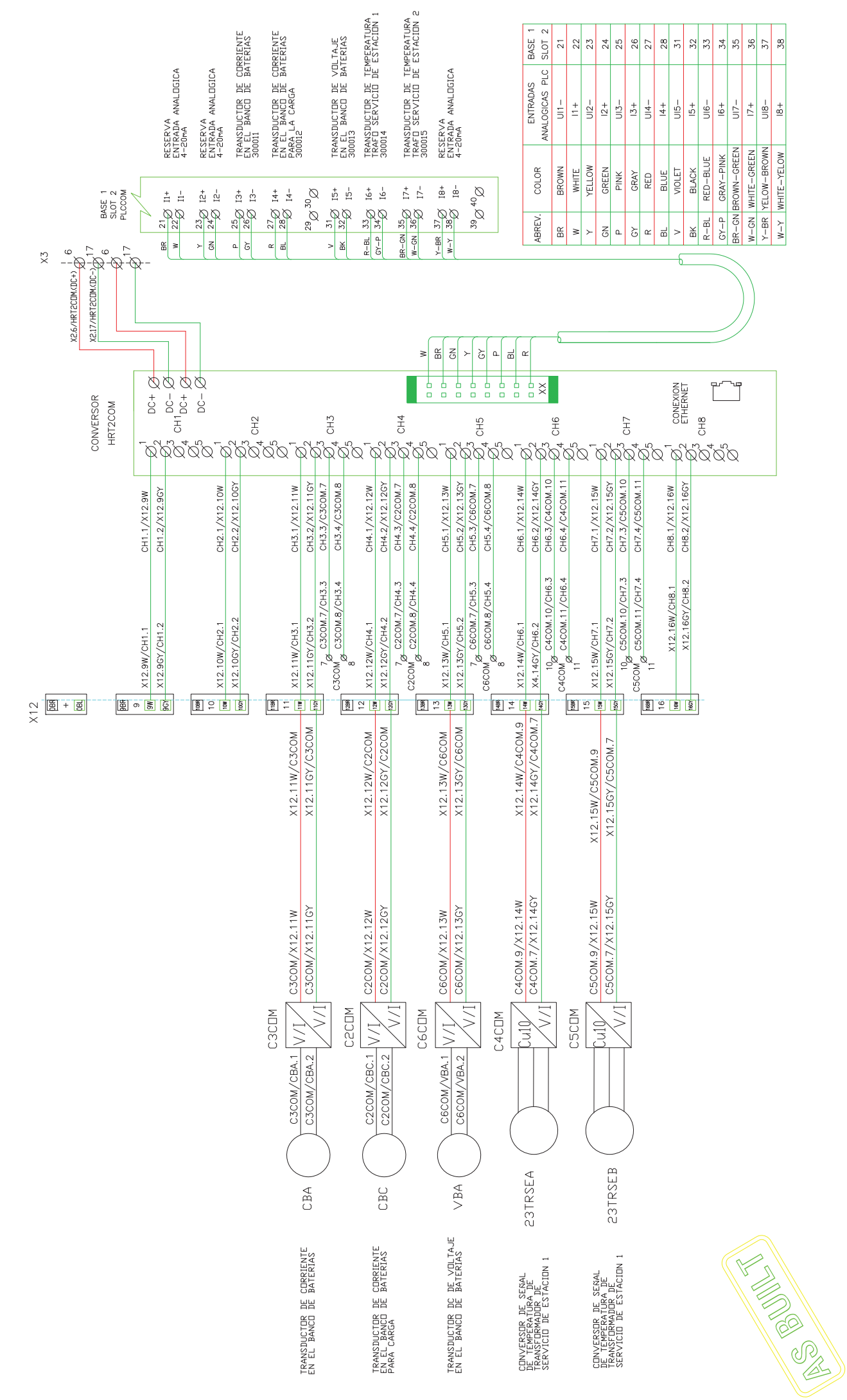
UMC-CUMB-E-PE-SG-407

AS BUILT

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

PLANOS REFERENCIALES

NO.	DESCRIPCION	FECHA	REVISOR	PROYECTISTA
1	PRELIMINAR			
2	PARA REVISION			
3	PARA CONSTRUCCION			
4	PARA REVISION			
5	PARA CONSTRUCCION			
6	PARA REVISION			
7	PARA CONSTRUCCION			
8	PARA REVISION			
9	PARA CONSTRUCCION			
10	PARA REVISION			
11	PARA CONSTRUCCION			
12	PARA REVISION			
13	PARA CONSTRUCCION			
14	PARA REVISION			
15	PARA CONSTRUCCION			
16	PARA REVISION			
17	PARA CONSTRUCCION			
18	PARA REVISION			
19	PARA CONSTRUCCION			
20	PARA REVISION			
21	PARA CONSTRUCCION			
22	PARA REVISION			
23	PARA CONSTRUCCION			
24	PARA REVISION			
25	PARA CONSTRUCCION			
26	PARA REVISION			
27	PARA CONSTRUCCION			
28	PARA REVISION			
29	PARA CONSTRUCCION			
30	PARA REVISION			
31	PARA CONSTRUCCION			
32	PARA REVISION			
33	PARA CONSTRUCCION			
34	PARA REVISION			
35	PARA CONSTRUCCION			
36	PARA REVISION			
37	PARA CONSTRUCCION			
38	PARA REVISION			
39	PARA CONSTRUCCION			
40	PARA REVISION			



EMPRESA AUTOMATIZACION

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTENIDO: TABLERO DE PLC COMUN

ENTRADAS ANALOGICAS BASE 1 SLOT 2

PLANO No.: UMC-CUMB-E-PE-SG-409

REV.: 0

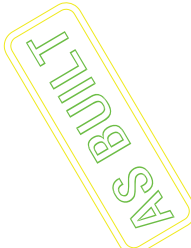
FECHA: 12/07/09

DESCRIPCION: CONEXION ETHERNET

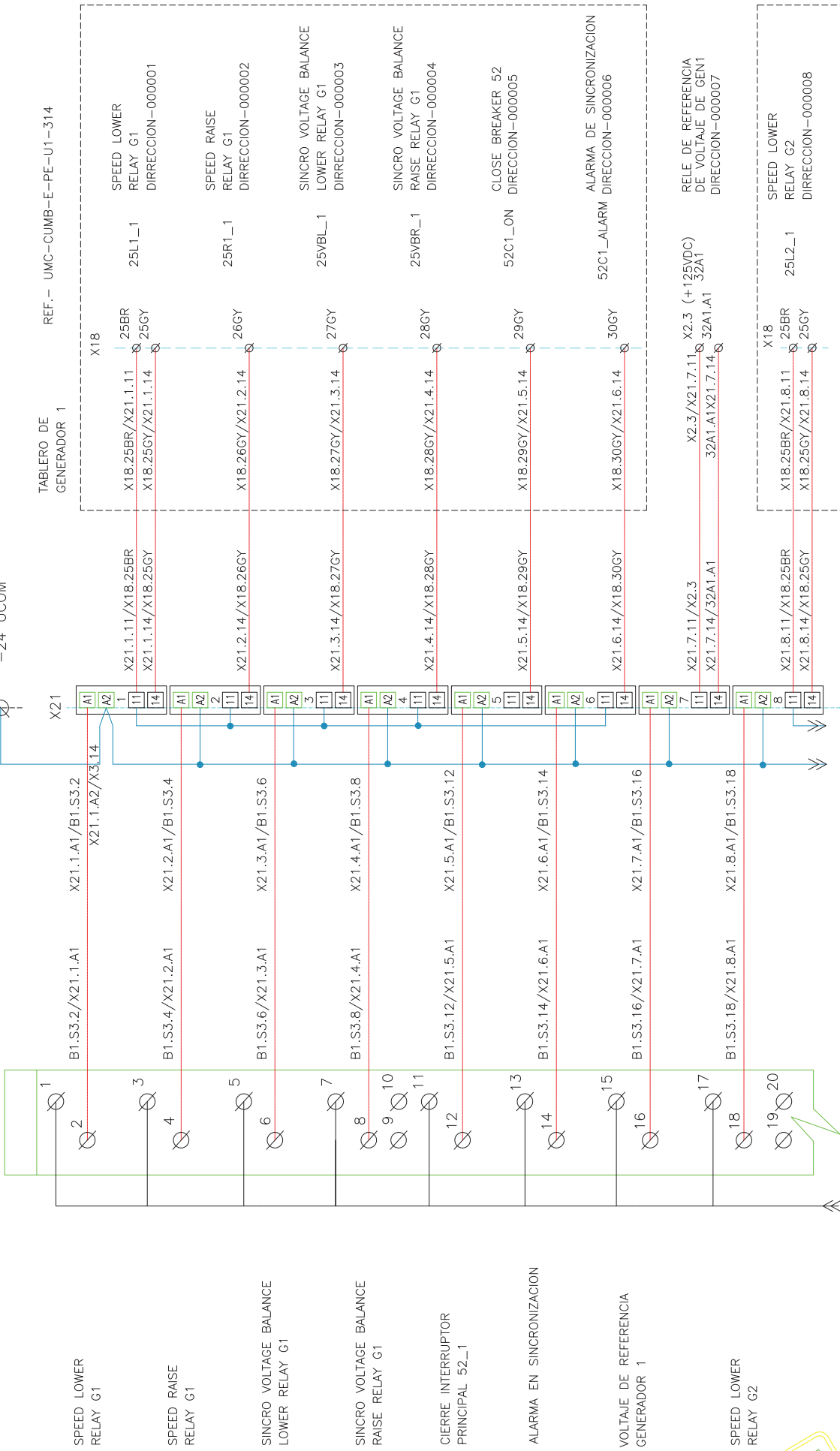
REVISADO: [] PRELIMINAR [] PARA CONSTRUCCION [] PARA REVISION [] PARA INFORMACION [] RETIRADO

NOTAS GENERALES:

PLANOS REFERENCIALES:



BASE 1
SLOT 3
PLCCC



TABLERO DE GENERADOR 1

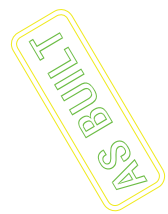
REF.- UMC-CUMB-E-PE-U1-314

VA A UMC-CUMB-E-PE-SG-411

VIENE DE UMC-CUMB-E-PE-SG-411

TABLERO DE GENERADOR 2

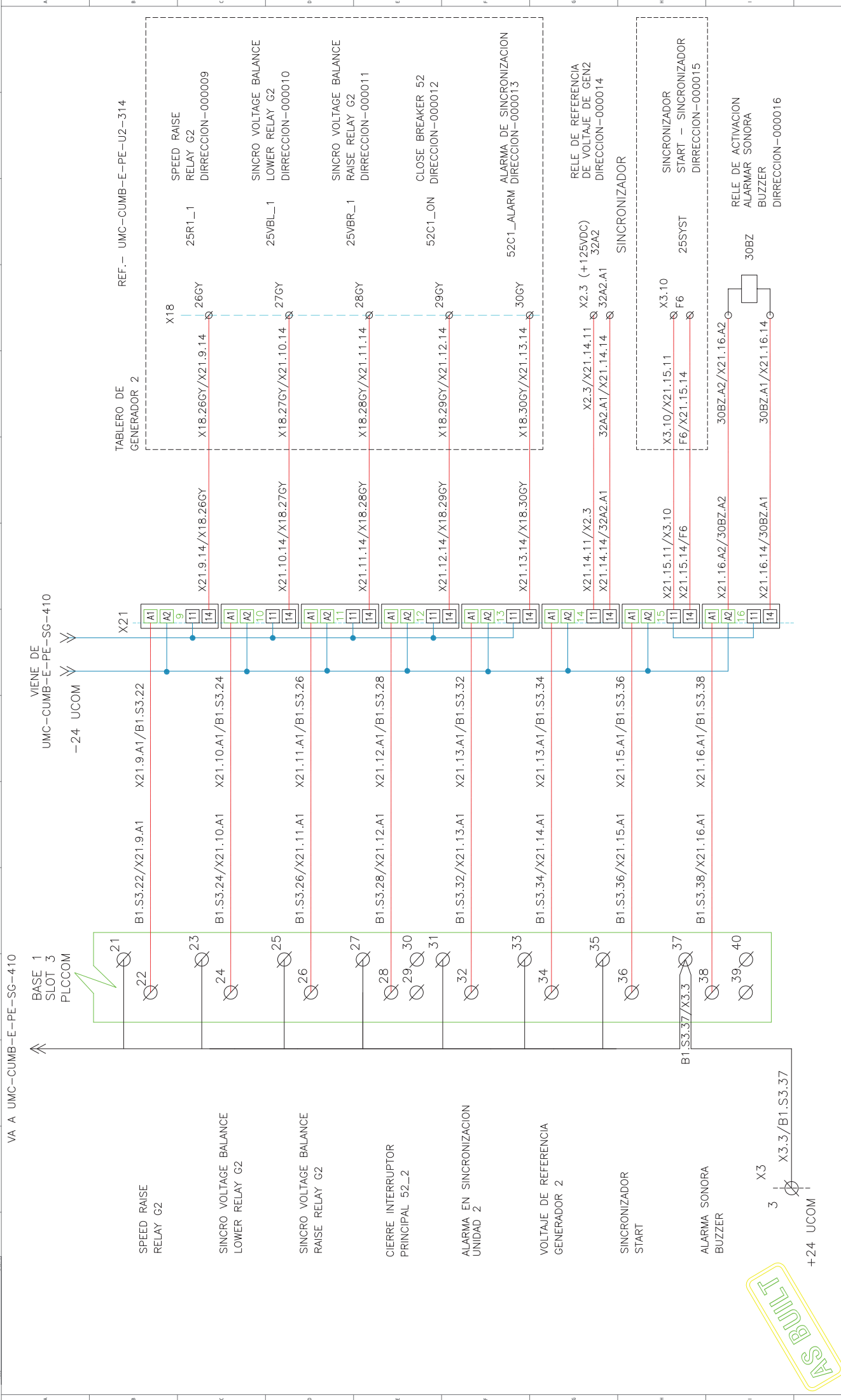
REF.- UMC-CUMB-E-PE-U2-314



PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO		FECHA		DESCRIPCION		POR REVISIONES		BLOQUE		PROYECTO:	
GENERAL NOTES		DRAWING ISSUED		DATE		DESCRIPTION		BY		BLOCK		AUTOMATIZACION CENTRALES	
		<input type="checkbox"/>	PRELIMINARY	4	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	B.F.	ACT.	J.M.	B.F.	CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN
		<input type="checkbox"/>	FOR REVISION	5	01/07/09	PARA REVISION	ACT.	J.M.	B.F.	ACT.	J.M.	B.F.	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 3
		<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION	6	01/07/09	PARA INFORMACION	ACT.	J.M.	B.F.	ACT.	J.M.	B.F.	CP-COM
		<input type="checkbox"/>	REMOVED	7									UMC-CUMB-E-PE-SG-410
		<input type="checkbox"/>	REMOVED	8									REV: 0



EMPRESA AUTOMATIZACION CENTRALES



AS BUILT

NOTAS GENERALES GENERAL NOTES		PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO DRAWING ISSUED		FECHA DATE		DESCRIPCION DESCRIPTION		POR RETORNO DE BLOQUE BY RETURN OF BLOCK		PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINAR	<input type="checkbox"/>	PARA CONSTRUCCION	<input type="checkbox"/>	13/07/09	<input type="checkbox"/>	4	PARA CONSTRUCCION	ACT.	J.M.	EF.	TABLERO DE PLC COMUN	
<input type="checkbox"/>	PRELIMINARY	<input checked="" type="checkbox"/>	FOR CONSTRUCTION	<input type="checkbox"/>	13/07/09	<input type="checkbox"/>	4	FOR CONSTRUCTION	ACT.	J.M.	EF.	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 3	
<input type="checkbox"/>	FOR REVISION	<input type="checkbox"/>	FOR REVISION	<input type="checkbox"/>	13/07/09	<input type="checkbox"/>	4	FOR REVISION	ACT.	J.M.	EF.	CP-CDM	
<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION	<input type="checkbox"/>	FOR INFORMATION	<input type="checkbox"/>	13/07/09	<input type="checkbox"/>	4	FOR INFORMATION	ACT.	J.M.	EF.	UMC-CUMB-E-PE-SG-411	
<input type="checkbox"/>	RETRASADO	<input type="checkbox"/>	RETRASADO	<input type="checkbox"/>	13/07/09	<input type="checkbox"/>	4	RETRASADO	ACT.	J.M.	EF.	REV: 0	



BASE 1
SLOT 4
PLCCOM



VIENE DE UMC-CUMB-E-PE-SG-413

VA A UMC-CUMB-E-PE-SG-413

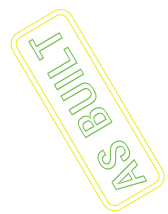
TABLERO DE GENERADOR 4

TABLERO DE GENERADOR 3

-24 UCOM

REF.- UMC-CUMB-E-PE-U3-314

REF.- UMC-CUMB-E-PE-U4-314



NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

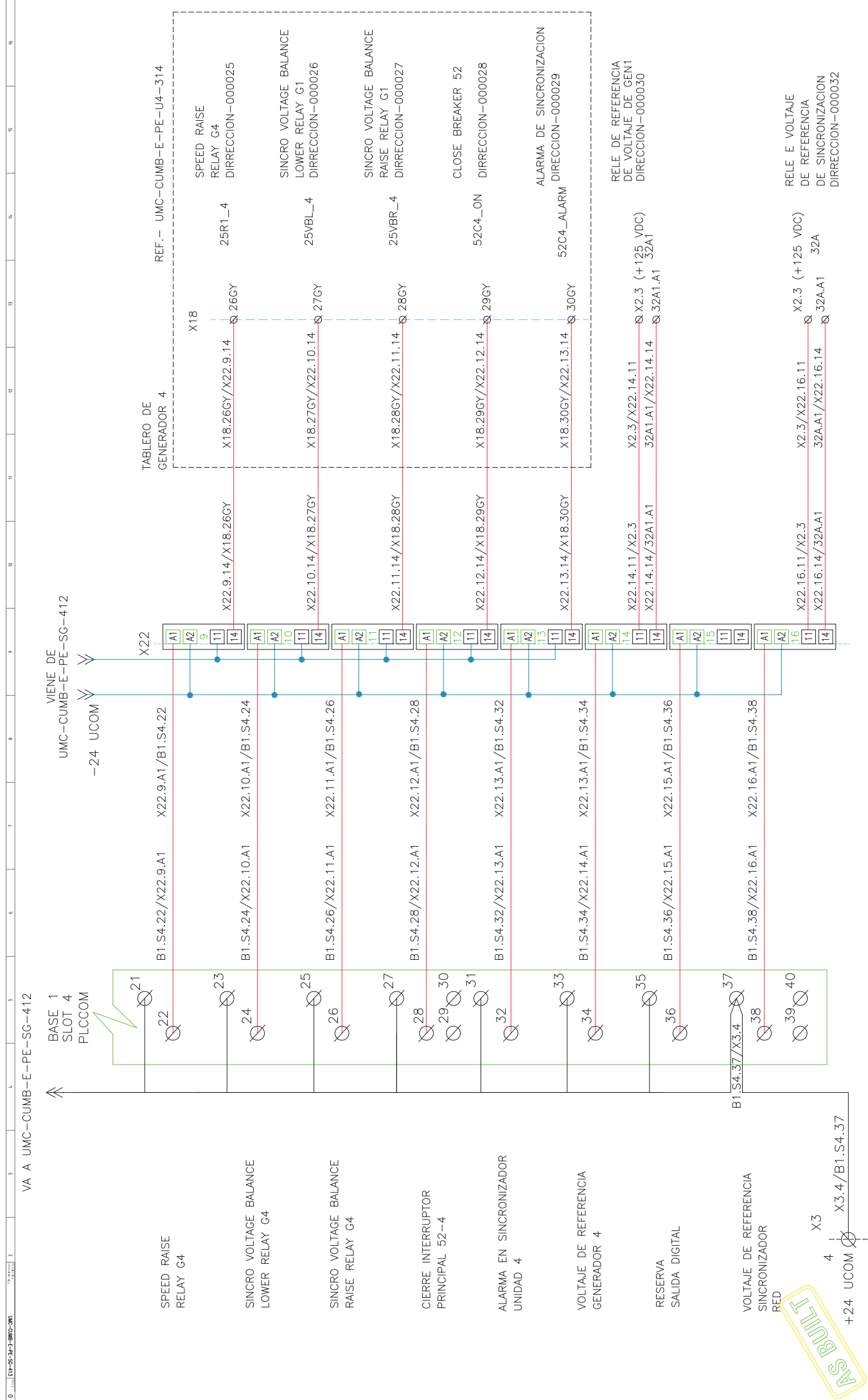
PLANOS REFERENCIALES

DIBUJO EMITIDO	FECHA	DESCRIPCION	REVISOR	PROYECTO:
<input type="checkbox"/> PRELIMINAR	4/13/09	PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. EF.	AUTOMATIZACION CENTRALES
<input type="checkbox"/> PARA REVISION	6/10/09	PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. EF.	TABLERO DE PLC COMUN
<input type="checkbox"/> PARA DISEÑO	10/02/09	PARA INFORMACION	ACT. J.M. EF.	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
<input type="checkbox"/> RETIRADO		FOR INFORMATION	ACT. J.M. EF.	CP-CC



PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES
CONTENIDO: TABLERO DE PLC COMUN
CONTINENTES: SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
CP-CC

UMC-CUMB-E-PE-SG-412 REV: 0



REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV.	FECHA	DESCRIPCION	POB. RETORNADO	BLOQUE	PROYECTO:
0	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	AUTOMATIZACION CENTRALES
1	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	TABLERO DE PLC COMUN
2	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4
3	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	CP-CDM
4	13/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT.	UM	UMC-CUMB-E-PE-SG-413



EMPRESA ELECTROSAUTOMATIZACION

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 4

CP-CDM

UMC-CUMB-E-PE-SG-413

REV: 0

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

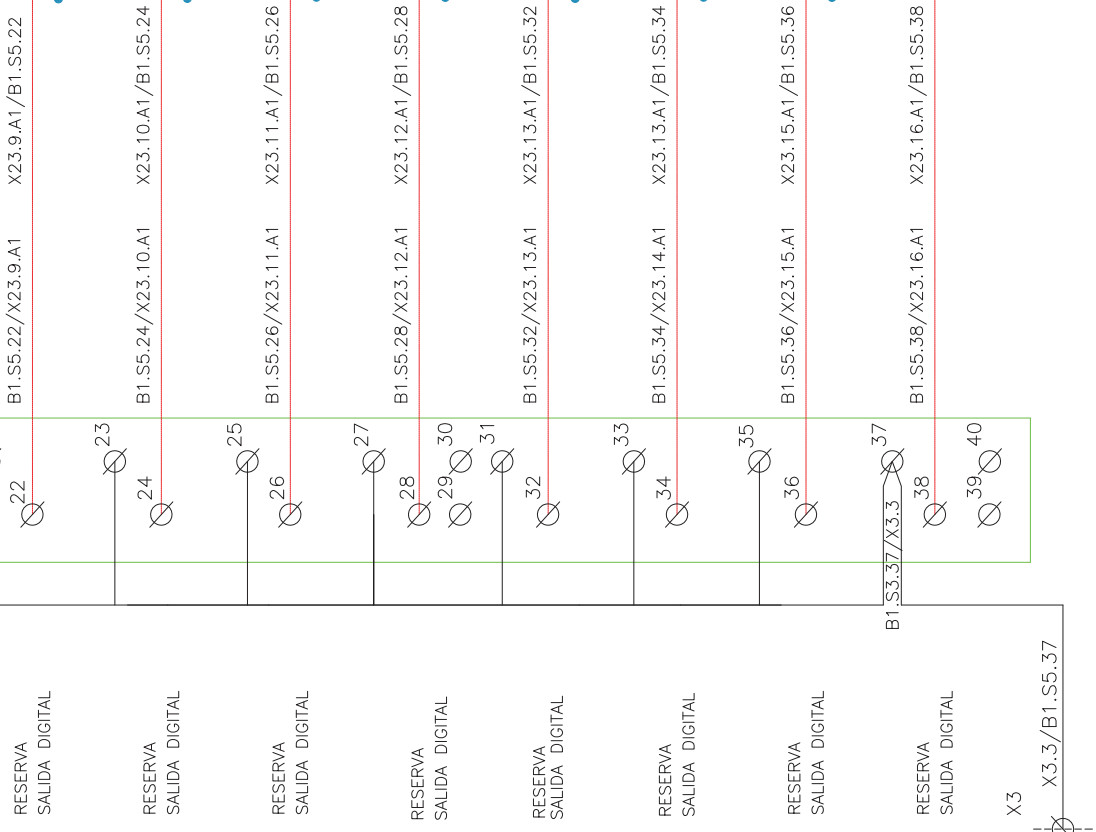
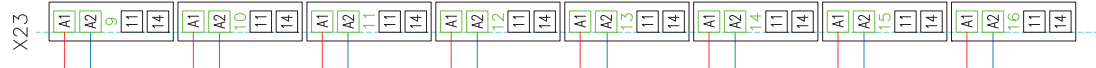
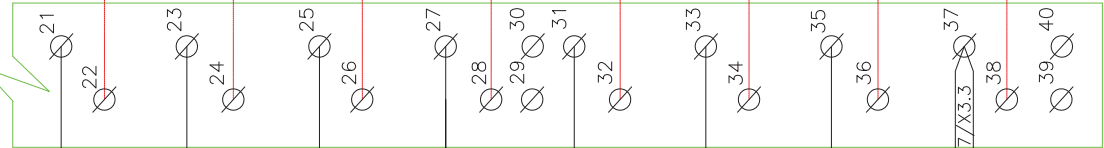
PLANOS REFERENCIALES

AS BUILT

VA A UMC-CUMB-E-PE-SG-415
 BASE 1
 SLOT 5
 PLCCOM

VIENE DE
 UMC-CUMB-E-PE-SG-415

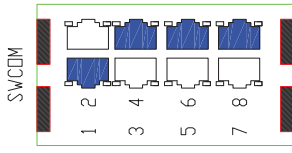
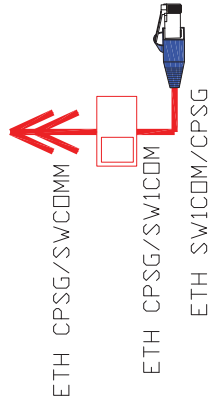
-24 UCOM



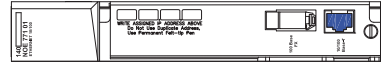
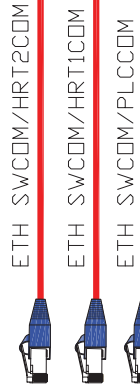
AS BUILT

PLANOS REFERENCIALES		DIBUJO EMITIDO		DESCRIPCION		POR REVISIONES		BLOQUE		PROYECTO:	
				IDIN		ACT. / M. / F.		BLOQUE		AUTOMATIZACION CENTRALES	
		<input type="checkbox"/> PRELIMINAR		CONSTRUCCION		ACT. / M. / F.		BLOQUE		TABLERO DE PLC COMUN	
		<input checked="" type="checkbox"/> PARA CONSTRUCCION		PARA CONSTRUCCION		ACT. / M. / F.		BLOQUE		CONTIENE:	
		<input type="checkbox"/> PARA REVISION		PARA REVISION		ACT. / M. / F.		BLOQUE		SALIDAS DIGITALES BASE 1 SLOT 5	
		<input type="checkbox"/> PARA INFORMACION		PARA INFORMACION		ACT. / M. / F.		BLOQUE		CP-CDM	
		<input type="checkbox"/> PARA DISEÑO		PARA DISEÑO		ACT. / M. / F.		BLOQUE		UMC-CUMB-E-PE-SG-415	
		<input type="checkbox"/> PARA INFORMACION		PARA INFORMACION		ACT. / M. / F.		BLOQUE		REV: 0	
		<input type="checkbox"/> RETIRADO		RETIRADO		ACT. / M. / F.		BLOQUE		DRAWING No.:	
								ESCALA:		9F	

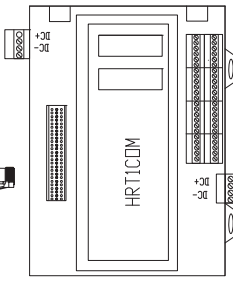
RED
ETHERNET
SISTEMA SCADA
CUMBAYA



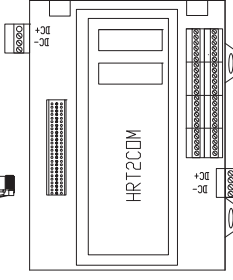
SWITCH ETHERNET
24 VDC
8 PORT



NDE COMUN
140NDE77101
ETHERNET
IP: 10.11.50
MASK: 255.255.248.0
GATEWAY: 10.11.1



HRT1COM
HART INTERFACE MUX
FIELD COMMUNICATIONS PROTOCOL
HIM1008
IP: 10.11.51
MASK: 255.255.248.0
GATEWAY: 10.11.1



HRT2COM
HART INTERFACE MUX
FIELD COMMUNICATIONS PROTOCOL
HIM1008
IP: 10.11.52
MASK: 255.255.248.0
GATEWAY: 10.11.1

AS BUILT

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

PLANOS REFERENCIALES

REV	FECHA	DESCRIPCION	PAR. RETIENED	BLOQUE	PROYECTO:
0	12/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		AUTOMATIZACION CENTRALES
1	01/07/09	PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		TABLERO DE PLC COMUN
2		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		DIAGRAMA DE COMUNICACION ETHERNET
3		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
4		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
5		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
6		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
7		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
8		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
9		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
10		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
11		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
12		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
13		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
14		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
15		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
16		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
17		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
18		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
19		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
20		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
21		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
22		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
23		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
24		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
25		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
26		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
27		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
28		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
29		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
30		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
31		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
32		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
33		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
34		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
35		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
36		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
37		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
38		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
39		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
40		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
41		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
42		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
43		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
44		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
45		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
46		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
47		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
48		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
49		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
50		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
51		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
52		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
53		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
54		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
55		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
56		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
57		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
58		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
59		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
60		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
61		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
62		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
63		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
64		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
65		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
66		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
67		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
68		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
69		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
70		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
71		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
72		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
73		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
74		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
75		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
76		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
77		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
78		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
79		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
80		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
81		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
82		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
83		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
84		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
85		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
86		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
87		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
88		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
89		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
90		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
91		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
92		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
93		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
94		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
95		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
96		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
97		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
98		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
99		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM
100		PARA CONSTRUCCION	ACT. J.M. BF		CP-COM

EMPRESA
AUTOMATIZACION
CENTRALES

PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRALES

CONTIENE: TABLERO DE PLC COMUN

CONTIENE: DIAGRAMA DE COMUNICACION ETHERNET

CP-COM

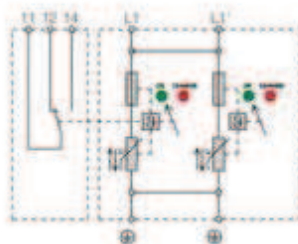
UMC-CUMB-T-PE-SG-401

REV: 0

ANEXOS

ANEXO N.º I

DATASHEET PROTECTOR DE SOBREVOLTAJE (PR2COM)



Datos generales para pedido

Código	8805440000
Nombre del artículo	PU BC 16kA/280V
Versión	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 230 V
EAN	4032248502813

Descripciones acerca del producto

Descripción del producto	Descargador insertable de repuesto PU 0 BC 280
Indicación sobre "accesorios"	V: 8805470000 Conector transversal ver F.11

Características del aislamiento según EN 50170

Categoría de sobretensión	III
Grado de polución	2

Características embornable

Par de apriete manual	4,5 Nm
Sección nominal flexible, terminal tub. máx.	25 mm ²
Sección nominal rígido/flexible con term. tub.	10 mm ²
Tipo de conexión	Conexión brida-tornillo
flexible, máx.	25 mm ²
flexible, mín.	10 mm ²
flexible, term. tub. mín. (DIN 46228-1)	6 mm ²
semirígido, máx.	25 mm ²
semirígido, mín.	16 mm ²

Características de tipo de protección

Corriente de descarga máxima (8/20 µs) I	60 kA
--	-------

Datos generales

Diseño	Cajas de instalación
Temperatura de almacenamiento	-40 ... 80°C
Versión	sin contacto de aviso remoto
Temperatura ambiente (funcionamiento)	-40 ... 60°C

Datos generales

Características

Tensión nominal	230 V
Tensión nominal (AC)	230 V
Tensión continua máxima, U _c (AC)	280 V
Clase de requisitos según IEC 61643-1	I+II (descargador combi.)
Clase de requisitos según la norma EN 61643-11	T1, T2
Intensidad de descarga I _{imp} (10/350 µs)	16 kA
Energía específica, por vía	64 kJ/Ω
A prueba de cortocircuitos con fusible máx.	25 kA
Corriente descarga máxima (8/20 µs) I	60 kA
Corriente descarga máxima (8/20 µs)	60 kA
Tiempo de respuesta	≤ 25 ns
Protección, máx.	160 A gL
Nivel de protección U _p (tip.)	1300 V
Sobretensión temporal - U	335 V
Corriente descarga total, máx. (8/20 µs)	60 kA

Características de protección

Indicación óptica de funcionamiento	verde = ok, rojo = descargador defectuoso, cambiar
-------------------------------------	--

Información

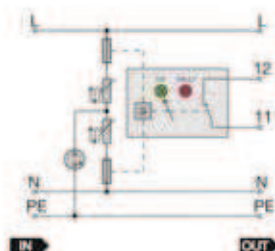
Contacto de aviso	250 V 1A 1CO en PU BCR
Indicación óptica de funcionamiento	verde = ok, rojo = descargador defectuoso, cambiar
Diseño	Cajas de instalación
Nivel de protección	IP 20
Grado de polución	2
Tipo de conexión	Conexión brida-tornillo
Sección nominal rígido/flexible con term. tub.	10 mm ²
rígido	
flexible	10 ... 25 mm ²
flexible, term. tub. (DIN 46228-1)	6 ... 25 mm ²
semirígido	16 ... 25 mm ²
Temperatura ambiente (funcionamiento)	-40 ... 60°C
Temperatura de almacenamiento	-40 ... 80°C
Indicación sobre "accesorios"	Descargador insertable de repuesto PU 0 BC 280 V: 8805470000 Conector transversal ver F.11

Medidas

Sección de embornado, máx.	50 mm ²
Sección de embornado, mín.	6 mm ²
Sección de embornado, nom.	50 mm ²
Longitud	90 mm
Altura	61 mm
Anchura	38 mm

ANEXO N.º II

DATASHEET PROTECTOR DE SOBREVOLTAJE (PR1COM)



Datos generales para pedido

Código	8860340000
Nombre del artículo	PU III R 120V/6kV
Versión	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 120 V
EAN	4032246584284

Datos técnicos básicos del producto

Descripción del producto	Protectores de sobretensión del tipo 3
--------------------------	--

Conductor enchufable

Sección nominal rígido/flexible con term. tub.	2,5 mm ²
Tipo de conexión	Conexión brida-tornillo

Datos generales

Diseño	1 TE Cajas de instalación
Temperatura de almacenamiento	-40 ... 40 °C
Versión	con contacto de aviso remoto
Temperatura ambiente (funcionamiento)	-40 ... 40 °C (Depende de la aplicación)

Datos técnicos

Tensión nominal	120 V
Tensión nominal (AC)	120 V
Tensión nominal (DC)	180 V
Tensión continua máxima, U _c (AC)	150 V
Tensión continua máxima, U _c (DC)	200 V
Corriente de servicio, I _{máx.}	16 A
Clase de requisitos según IEC 61643-1	Tipo 3
Clase de requisitos según la norma EN 61643-11	T3
Choque combinado U _{oc}	6 kV
Corriente de fuga, nom., por canal, (8/20 µs)	3 kA
Tiempo de respuesta	≤ 150 ns
Protección, máx.	16 A
Corriente de fuga a U _n	1 µA
Tensión nominal (AC/DC)	120 V

Parámetros

Intensidad nominal 16 A

Elementos de protección

Indicación óptica de funcionamiento LED verde: OK

Tensión-parásita

lado de la salida (L- N) con corriente de fuga máx.: menor 600 V

lado de la salida (L/N- PE) con corriente de fuga máx.: menor 1.500 V

Información general

Contacto de aviso 250 V 1A 1CO

Indicación óptica de funcionamiento LED verde: OK

Diseño 1 TE Cajas de instalación

Tipo de conexión Conexión brida-tornillo

Sección nominal rígido/flexible con term. tub. 2,5 mm²

rígido

flexible

flexible, term. tub. (DIN 46228-1)

semirígido

Temperatura ambiente (funcionamiento) -40 ... 40°C (Depende de la aplicación)

Temperatura de almacenamiento -40 ... 40°C

MedidasSección de embornado, máx. 2,5 mm²Sección de embornado, mín. 0,5 mm²Sección de embornado, nom. 2,5 mm²

Longitud 102 mm

Altura 71,5 mm

Anchura 18 mm

Homologaciones y lista

Instituto de homologación

**Clasificaciones**

eClass 5.1 27-13-08-01

Código	Artículo/Descripción	Version
8883740000	PU III R 12V/4kV	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 12 V
8880360000	PU III R 24V/4kV	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 24 V
8880350000	PU III R 48V/4kV	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 48 V
8880330000	PU III R 230V/6kV	Protector de sobretensión, baja tensión, Tensión nominal: 230 V
8881840000	PO DS	Protector de sobretensión, Tensión nominal: 230 V

ANEXO N.º III

DATASHEET CHASIS O RACK

MODELO 140XBP01600

Modicon

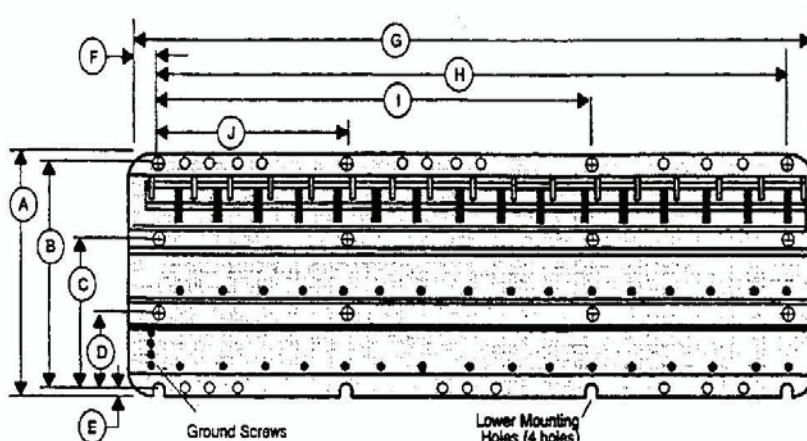
**AEG SCHNEIDER
AUTOMATION**
Modicon • Square D • Telemecanique

140 XBP 016 00

16 Position Backplane

Publication # 043507397 Version 3.0

The backplane is designed to mechanically secure and electrically connect all modules used in the drops. It contains a passive circuit board which permits modules to communicate with each other and to identify their slot numbers without further switch settings. Refer to the following table for a front view illustration and also the dimensions of the backplane (all backplane dimensions are nominal).



Note: Backplane weight = 3.5 lbs (1.6 kg)

Legend

Callout	Millimeters	Inches
A	290	11.42
B	270	10.63
C	175.5	6.91
D	94.5	3.72
E	10	0.39
F	15	0.59
G	670.74	26.41
H	641.4	25.25
I	427.6	16.83
J	213.8	8.42

Callout	Millimeters	Inches
Mounting holes		
⊕	8 (dia.)	0.31
Optional locations for Modbus Plus communication cable grounding		
○	8 (dia.)	0.31
Threaded mounting holes for half and full height modules		
●	4 (dia.)	0.16

Note: To meet vibration/shock specifications, the backplane must be mounted using all specified mounting holes. The backplane is mounted using standard hardware (described below).

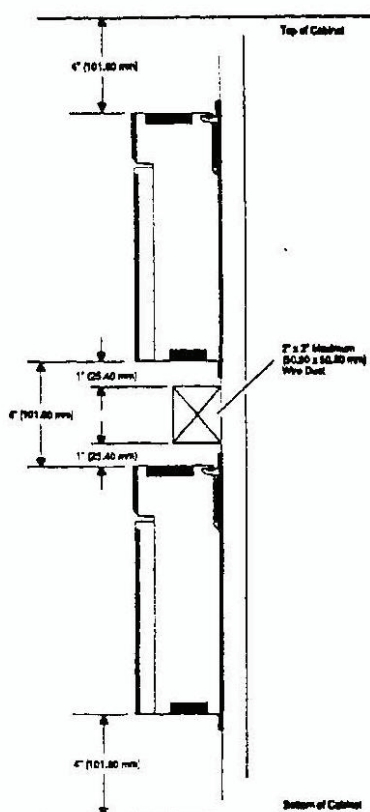
The recommended length for the mounting screws should be within the range of 0.24 in (6 mm) – 0.52 in (13 mm). The head height of the screws should not exceed 0.14 in (3.5 mm).

Space Requirements for the Quantum System

When mounting Quantum systems in a cabinet, a 4" (101.60 mm) space should be maintained above and below the modules. Side spacing should be 1" (25.40 mm) minimum. Wiring ducts up to 2" (50.80 mm) square may be centered horizontally between backplanes. Ductwork or similar items mounted in this manner that extend further out than 2" require a 4" space (instead of 1") between them and the upper and lower modules to allow for air movement. Refer to the table below for an a summary of the spacing requirements for a Quantum system and also the illustration.

Minimum Spacing	Location
4" (101.60 mm)	Between the top of the cabinet and the top of the modules in the upper backplane.
4"	Between the cabinet bottom and the bottom of the lower modules in the lower backplane.
4"	Between the upper and lower modules when the backplanes are mounted one above the other.
1" (25.40 mm)	On either side between the cabinet walls and end modules.

Note: Wiring ducts up to 2" x 2" (50.80 mm x 50.80 mm) may be centered between backplanes. If the duct extends further than 2" out from the mounting panel, there must be 4" space between the modules and duct on the top and bottom.



For more information regarding the Quantum Automation Series, please obtain a copy of the *Quantum Automation Series Hardware Reference Guide* (840 USE 100 00) from your distributor or your local Square D office.

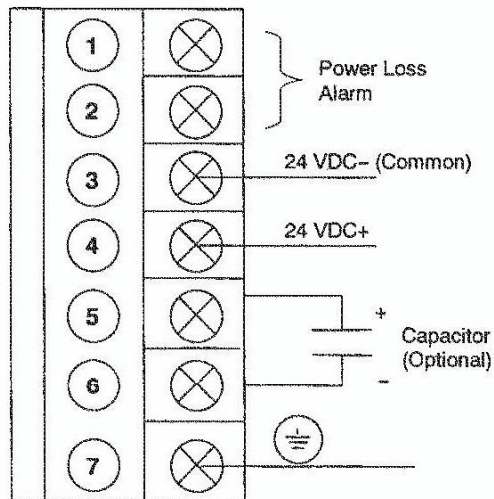
ANEXO N.º IV
DATASHEET FUENTE DE ALIMENTACIÓN
MODELO 140CPS21400

Modicon
140 CPS 214 00
24 VDC Power Supply

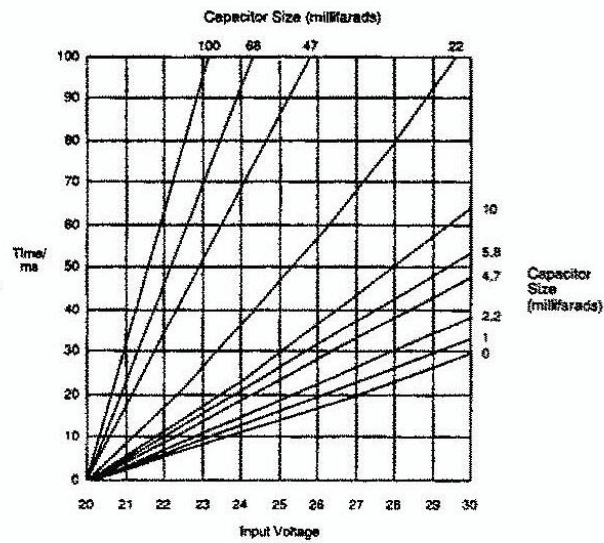
Publication # 043506146
 Version 4.0



Output Rating 8 A
Input Voltage 20 ... 30 VDC
Fusing 5.0 A slo-blo recommended (Modicon # 043502405 or equivalent)
Connector 7 point terminal connector (Modicon # 043503328)



Note: A normally closed relay contact rated at 220 VAC, 6A / 30 VDC, 5A is available on terminals 1 and 2 of the power terminal strip. This contact set may be used to signal input power OFF.



Hold-up Capacitor Timing Chart

Note: Tolerance to input interruptions may be increased by adding a ≥ 50 VDC electrolytic capacitor between 5 and 6 of the power terminal strip. Refer to the hold-up capacitor timing chart for capacitor values.

For complete information concerning this and other modules, please obtain a copy of the **Quantum Automation Series Hardware Reference Guide** (840 USE 100 00) from your distributor or local Square D office.

ANEXO N.º V

DATASHEET CPU

MODELO 140CPU43412A



Modicon
 Quantum Automation Series 140 CPU 434 12A
 Instruction Sheet
 31002657 05 Version 3.0

Important Information

What is an "A" Version CPU

The obsolescence of parts has necessitated a redesign of the Quantum Automation Series 140 CPU 434 12 controller. This redesigned version of the controller will be designated with "A" at the end of the part number (i.e., 140 CPU 434 12A). This version is functionally identical to the standard version (non-"A"), however, the following should be considered:

- If you are using the module in a hot standby topology, then you must use either two non-"A" modules or two "A" modules.
- The "A" version has a unique flash executable.



Note: The "A" and non-"A" flash executables are not interchangeable.

- Schneider Automation software (Concept, ProWORX, and Modsoft) supports the "A" version. Any existing or new 140 CPU 434 12 program configuration will load into a 140 CPU 434 12A without any modifications.

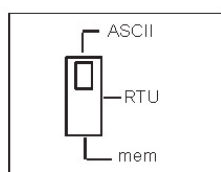
For More Information

For complete information concerning this and other modules, please obtain a copy of the *Quantum Automation Series Hardware Reference Guide 840 USE 100 000* from your distributor or local sales office.

Front Panel Topology

Overview There are two switches (a three-position slide switch and a three-position key switch) and one connector (Modbus RS-232) located on the front of the CPU. These switches are described in the following sections.

Front Panel Slide Switch The slide switch is used to select the comm parameter settings for the Modbus (RS-232) ports. Three options are available.



- Setting the slide switch to the top position assigns ASCII functionality to the port; the following comm parameters are set and cannot be changed.

ASCII Comm Port Parameters	
Baud	2,400
Parity	Even
Data Bits	7
Stop Bits	1
Device Address	Rear panel rotary switch setting

Continued on next page

Front Panel Topology, continued

Front Panel Slide Switch, continued

- Setting the slide switch to the middle position assigns remote terminal unit (RTU) functionality to the port; the following comm parameters are set and cannot be changed

RTU Comm Port Parameters	
Baud	9,600
Parity	Even
Data Bits	8
Stop Bits	1
Device Address	Rear panel rotary switch setting

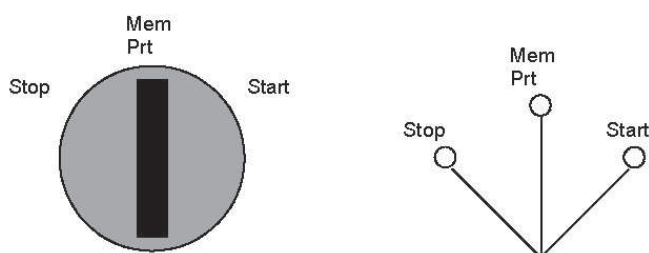
- Setting the slide switch to the bottom position gives you the ability to assign comm parameters to the port in software; the following parameters are valid.

Valid Comm Port Parameters	
Baud	50 ... 19200
Data Bits	7/8
Stop Bits	1/2
Parity	Enable/Disable Odd/Even
Device Address	1 ... 247

Continued on next page

Front Panel Topology, continued

Front Panel Key Switch The key switch is used to protect memory from programming changes while the controller is in operation.



Note: The key switch positions shown next to the switch (above) are for reference only and are marked on the module as indicated on the right.

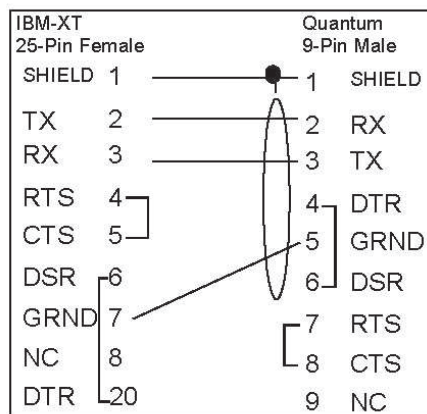
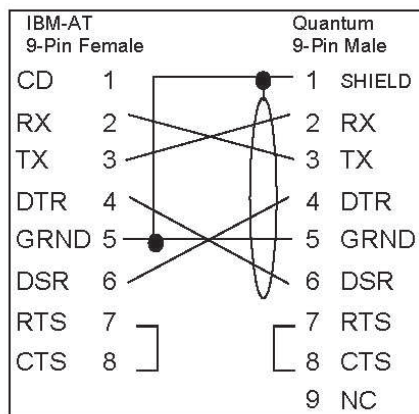
Key Switch Position	Controller Status	Memory Protected from Programmer Changes	Will Accept Programmer Stop or Start	Key Switch Transition
Stop	Controller is stopped and disables Programmer changes.	Y	N	From Start or Memory Protect: Stops controller, if running, and disables Programmer changes
Memory Protect	Controller may be either stopped or running and Programmer changes are disabled	Y	N	From Stop or Start: Prevents Programmer changes, controller run status is not changes
Start	Controller may be either stopped or running, Programmer may make changes and start/stop the controller	N	Y	From Stop: Enables Programmer changes, starts controller. From Memory Protect: Enables programmer changes, starts controller if stopped

Continued on next page

Front Panel Topology, continued

Front Panel Modbus Connector

The Quantum 140 CPU 434 12A is equipped with two nine-pin RS-232C connectors that support Modicon's proprietary Modbus communication protocol. The following is the Modbus port pinout connections for nine-pin and 25-pin connections.



TX: Transmitted Data	DTR: Data Terminal Ready
RX: Received Data	CLS: Clear to Send
RTS: Request to Send	N/C: No Connections
DSR: Data Set Ready	CD: Carrier Detect



Note: Although the Modbus ports electrically support existing Modbus cables, it is recommended that a Modbus programming cable (Part # 990 NAA 263 20) be used. This cable has been designed to fit under the door of a Quantum CPU or NOM module.

140 CPU 434 12A Module Specifications, continued

**140 CPU 434
12A
Specifications,
continued**

Maximum Number of Option Module Interfaces	6														
Watchdog Timer	250 ms (SAW adjustable)														
Logic Solve Time	0.1 ms / k to 0.5 ms / k														
Battery	3 V Lithium														
Service Life	1200 mAh														
Shelf Life	10 years with 0.5% loss of capacity per year														
Battery Load Current @ Power-off															
Typical	7 microamps														
Maximum	210 microamps														
Communication															
Modbus (RS-232)	2 serial ports (9-pin D-shell)														
Modbus Plus (RS-485)	1 network port (9-pin D-shell)														
Programming Software Compatability	Modsoft Ver. 2.6 Concept Ver. 2.1 with B2.1 patch exec Concept Ver 2.2 with SRW ProWORX NxT Ver 2.0 ProWORX Plus Ver 1.05														
General															
Diagnostics	<table border="0"> <thead> <tr> <th><u>Power Up</u></th> <th><u>Runtime</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RAM</td> <td>RAM</td> </tr> <tr> <td>RAM Address</td> <td>RAM Address</td> </tr> <tr> <td>Executive</td> <td>Executive Checksum</td> </tr> <tr> <td>Checksum</td> <td>User Logic Check</td> </tr> <tr> <td>User Logic Check</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Processor</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<u>Power Up</u>	<u>Runtime</u>	RAM	RAM	RAM Address	RAM Address	Executive	Executive Checksum	Checksum	User Logic Check	User Logic Check		Processor	
<u>Power Up</u>	<u>Runtime</u>														
RAM	RAM														
RAM Address	RAM Address														
Executive	Executive Checksum														
Checksum	User Logic Check														
User Logic Check															
Processor															
Bus Current Required	1.25 A														
TOD Clock	+/- 8.0 seconds/day 0 ... 60° C														
Operating Temperature	0 ... 60° C														
Maximum Number of NOM, NOE, and MMS Modules (any combination)	6														

12'

Quantum Automation Series equipment is protected by U.S. Patent number 5,302,136, and by European Patent number 93202982.0-



31002657-05

Printed in

10/2005



* 3 1 0 0 2 6 5 7 *

05

ANEXO N.º VI

DATASHEET MÓDULO ENTRADAS DIGITALES

MODELO 140DDI35300

**AEG SCHNEIDER
AUTOMATION**
Modicon • Square D • Telemecanique

Modicon 140 DDI 353 00

24 VDC True High/Sink Input Module

Publication # 043504348 Version 3.0

Topology 32 input points in four groups (8 points per group)

Bus Current Required 330 mA

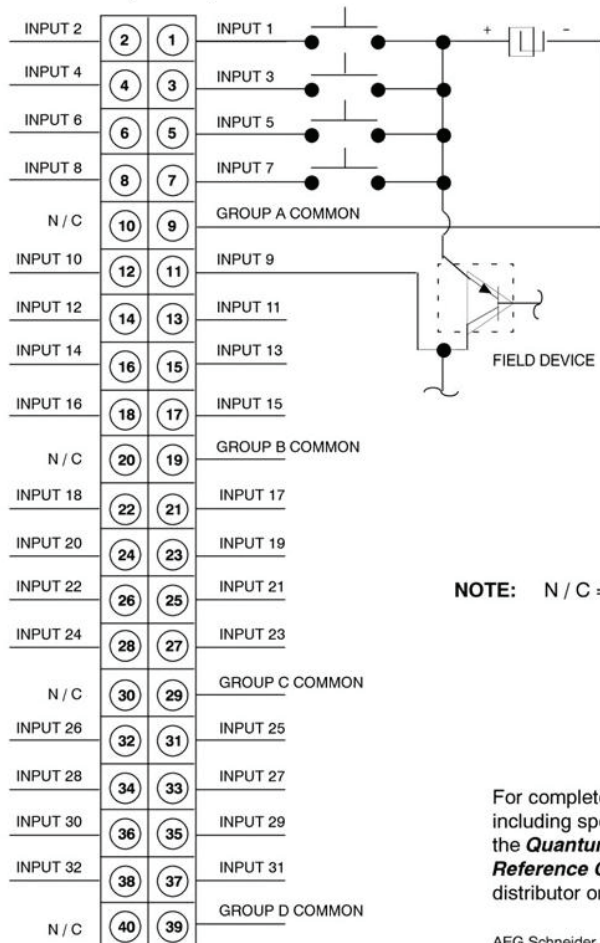
Operating Voltages and Currents

ON (voltage) +5 ... +30 VDC

OFF (voltage) -3 ... +5 VDC

ON (current) 2.0 mA min

OFF (current) 0.5 mA max



NOTE: N / C = Not Connected

For complete instructions regarding this module, including specifications, please obtain a copy of the **Quantum Automation Series Hardware Reference Guide** (840 USE 100 00) from your distributor or local Square D office.

AEG Schneider Automation, Inc. * One High Street * North Andover, MA 01845 U.S.A.
Tel: (1) 508-794-0800 * Fax (1) 508-975-9010

ANEXO N.º VII

DATASHEET MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS

MODELO 140ACI04000

140 ACI 040 00

www.schneider-electric.com

Descripción general

El módulo 140 ACI 040 00 es un módulo de entrada analógica de 16 canales que acepta entradas de corriente combinada.

Diagnóstico

En la tabla siguiente se muestran los indicadores LED del módulo 140 ACI 040 00:

	Active		F
1	9	1	9
2	10	2	10
3	11	3	11
4	12	4	12
5	13	5	13
6	14	6	14
7	15	7	15
8	16	8	16

La tabla siguiente contiene la descripción de los LED del módulo 140 ACI 040 00:

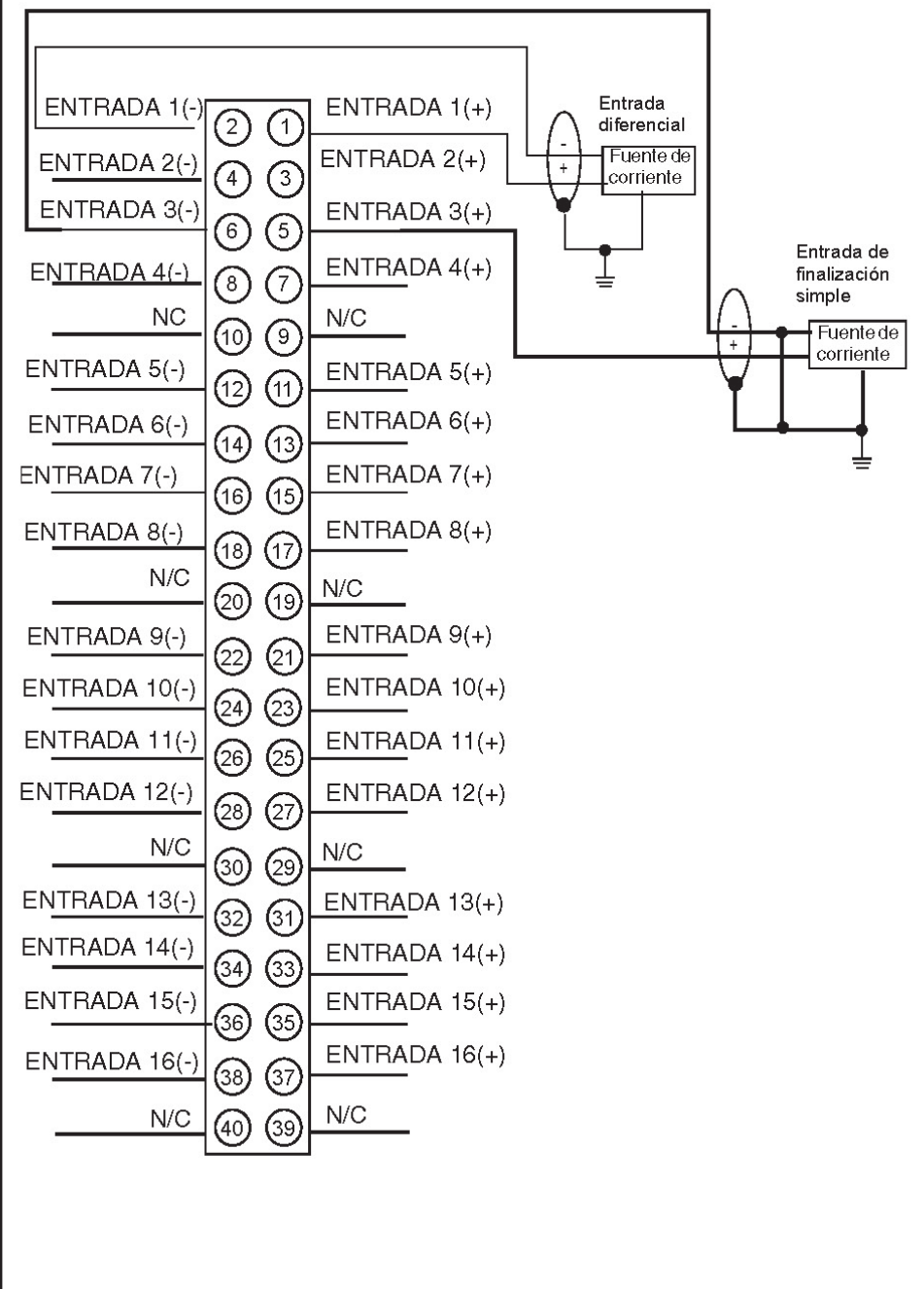
LED	Color	Indicación cuando está encendido
Active	Verde	Existe comunicación con el bus.
F	Rojo	Se ha detectado un error (externo al módulo).

Notas:

Las entradas no utilizadas pueden activar el LED F. Para evitarlo, los canales no utilizados deben configurarse en el rango comprendido entre 0 y 25 mA.
Este módulo produce una señal de error F si algún canal detecta una condición de conductor interrumpido en el rango comprendido entre 4 y 20 mA.

Diagrama de cableado

En la ilustración siguiente se muestra el diagrama de cableado del módulo 140 ACI 040 00:



ANEXO N.º VIII

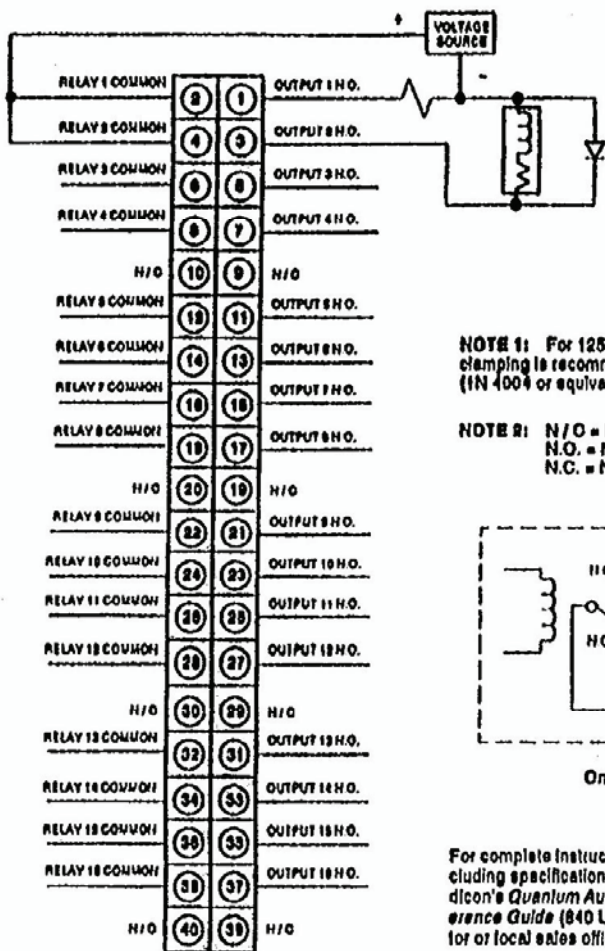
DATASHEET MÓDULO SALIDAS DIGITALES

MODELO 140DRA84000

Modicon 140 DRA 840 00
Normally Open Relay Output Module
 Publication # 043504351 Versión 5.0



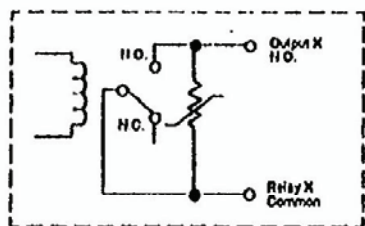
Topology 16 NO relay outputs
Bus Current Required 1,100 mA
Operating Voltage 20 ... 250 VAC, 5 ... 180 VDC
Connector Modicon P/N 140 XTS 002 00



See Note 1.

NOTE 1: For 125 Vdc inductive loads, external clamping is recommended to extend relay contact life. (1N 4004 or equivalent).

NOTE 2: N/O = Not Connected
 N.O. = Normally Open
 N.C. = Normally Closed



One of 16 Typical

For complete instructions regarding this module, including specifications, please obtain a copy of Modicon's *Quantum Automation Series Hardware Reference Guide (840 USE 100 00)* from your distributor or local sales office.

Quantum Automation Series equipment is protected by U.S. Patent number 8,102,136, and by European Patent number 03102192 0-.



Printed in

ANEXO N.º IX

DATASHEET ENTRADAS ANALÓGICAS RTD`s

MODELO 140ARI03010

140 ARI 030 10

www.schneider-electric.com

Descripción general

El módulo de 8 canales de entrada RTD analógica acepta entradas de hasta 8 sensores RTD de dos, tres y cuatro conductores, y proporciona datos de medición de temperatura a las CPU de Quantum.

Diagnóstico

En la siguiente tabla se muestran los indicadores LED del módulo 140 ARI 030 10:

R	Active	F
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	

La siguiente tabla contiene la descripción de los LED del módulo 140 ARI 030 10:

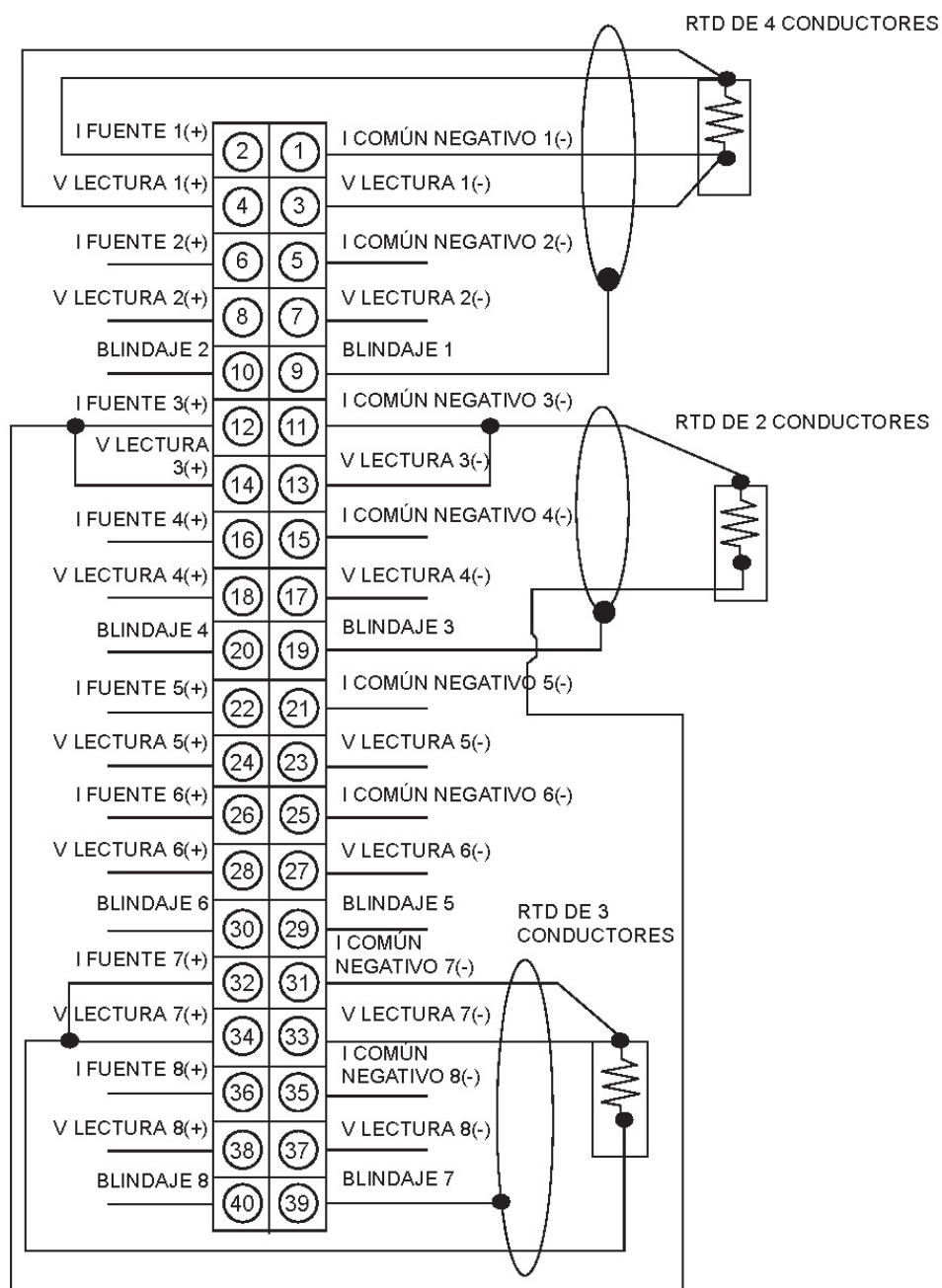
LED	Color	Indicación cuando está encendido
Active	Verde	Existe comunicación con el bus.
F	Rojo	Se ha detectado un error (externo al módulo).
R		El módulo ha superado con éxito los diagnósticos de conexión.
[De 1 a 8]	Rojo	Se ha detectado un error en el punto o canal indicado. Incluye condiciones de conductor interrumpido y de cortocircuito.

Notas:

Cuando se utilizan configuraciones de dos conductores, a la lectura de temperatura se le debe restar la temperatura equivalente al doble de la resistencia de cable de un mazo.

Diagrama de cableado

En la siguiente ilustración se muestra el diagrama de cableado del módulo 140 ARI 030 10:



ANEXO N.º X

DATASHEET MÓDULO DE COMUNICACIONES DNET

MODELO PTQ – DNET

ProSoft
TECHNOLOGY
ProTalk



ODVA
DeviceNet
Collaborative Automation
Partner Program



CE  Class 1,
Division 2, Groups A, B, C, and D
Hazardous Locations.

DeviceNet Scanner / Slave Module

PTQ-DNET

The DeviceNet Scanner/Slave Module is an interface between DeviceNet slave devices and a Schneider Electric Quantum platform processor.

DeviceNet is a low-level network that provides connections between simple industrial devices (sensors, actuators) and higher-level devices (controllers). DeviceNet is based on the Common Industrial Protocol (CIP) and shares all the common aspects of CIP with adaptations to fit the message frame size of DeviceNet.

The DeviceNet Scanner/Slave supports complete specifications according to CAN bus and ISO 11898 standards and the Common Industrial Protocol (CIP) for the upper layers of their network protocol.

Features and Benefits

- Allows connection for a single DeviceNet network
- Connect up to 63 slave devices
- Supports either Scanner or Slave modes
- Supports Auto Device Replacement (ADR); consists of Node Recovery and Configuration Recovery
 - Node Recovery - this feature causes the node number of the replacement device to be automatically changed to the node number of the original device. The replacement device's node number must be writable over the DeviceNet network and must initially be set to 63
 - Configuration Recovery - this feature causes the replacement device's configuration to be made identical to the original device. The replacement device's configuration must be writable over the DeviceNet network. Configuration Recovery files are stored in the master scanner that is communicating with the original device through RSNetWorx for DeviceNet
- Provides processor module status and access to scanner network diagnostic tables such as node idle, node status, and node fault information
- Acts as an I/O data server for explicit peer-to-peer messaging
- DeviceNet bandwidth can be saved by not transferring I/O values unless a change-of-state (COS) has occurred
- DeviceNet transfer of I/O data can be scheduled (cyclic data)

General Specifications

- Single Slot - Quantum backplane compatible
- The module is recognized as an Options module and has access to PLC memory for data transfer
- Configuration data is stored in non-volatile memory in the ProTalk module
- Rockwell Automation's RSNetWorx for DeviceNet Configuration Software is supported. (Available from ProSoft Technology as Part Number PSW-RSNetWorx-DNET)

DeviceNet Scanner/Slave Module

PTQ-DNET

The DeviceNet network is based on the producer consumer network model allowing for real-time control data exchange, configuration capabilities exclusive from control performance, and collection of data at regular intervals or based on-demand. Industries using DeviceNet:

- Water/Wastewater
- Factory Automation applications
- Automotive
- Food Processing/packaging
- Conveyors
- Other high speed applications

How to Contact Us: Sales and Support

All ProSoft Technology® products are backed with unlimited technical support. Contact our worldwide Technical Support team directly by phone or email:

Asia Pacific
+603.7724.2080, asiapc@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Chinese, Japanese, English

Europe - Middle East - Africa
+33 (0) 5.34.36.87.20, support.EMEA@prosoft-technology.com
Languages spoken include: French, English

North America
+1.661.716.5100, support@prosoft-technology.com
Languages spoken include: English, Spanish

Latin America (Sales only)
+1.281.298.9109, latinam@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Spanish, English

Brasil
+55-11.5084.5178, eduardo@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Portuguese, English


www.prosoft-technology.com



- Up to six modules can be placed in a rack
- Local rack - The module must be placed in the same rack as processor.
- Compatible with common Quantum / Unity programming tools.
- Quantum data types supported: 0x, 1x, 3x, 4x
- High speed data transfer across backplane provides quick data update times.
- Sample function blocks available.

Hardware Specifications

Specification	Value
Power Consumption	DeviceNet Current Load: 50 mA (max.) Backplane Current Load: 0.8A @ 5V dc max.
Communication Rates	125 Kbits/s, 250 Kbits/s, 500 Kbits/s
Messaging Capabilities	Master: Poll, strobe, COS, or cyclic Explicit: Initiate and respond
Isolation	Optical isolation between: Backplane and channel 1 1 M Ω resistor from Channels 1 to chassis
Immunity Radiated Fields	10V/m, 27...1000 MHz
Module Location	Quantum local I/O chassis
Network Address	00 to 63
Operating Temperature	0 to 60°C (32 to 140°F)
Storage Temperature	-40 to 85°C (-40 to 185°F)
Relative Humidity	5% to 95% (non-condensing)
Vibration	Sine vibration 4-100 Hz in each of the 3 orthogonal axes
Shock	30G, 11 mSec. in each of the 3 orthogonal axes
Dimensions (HxWxD), Approx.	270 x 30 x 170 mm (10.6 x 1.2 x 6.7 in)
Weight	0.9 kg (1.9 lb)
Certifications	UL, CE, C-Tick, CSA Class 1 Div 2 Hazardous

Functional Specifications

Module has been tested and certified according to ODVA guidelines to guarantee proper interoperability on a DeviceNet network.

- **DeviceNet Data:**
 - Strobe, poll, COS, or cyclic I/O data
 - Configurable data parameters include: Complete data mapping between PLC scan and I/O image tables and DeviceNet devices
 - Background poll rate
 - Strobe or poll for each node
- **PLC Processor-to-Scanner Communication**
 - Synchronous Transfer: 973 Input Words and 990 Output words, plus status and control data

- Easy-to-use drag and drop configuration view via DeviceNet Configuration Software PSW-DNET, with RS-232 DeviceNet adapter, PSFT-1784-PCD
- Unity Pro and Concept Function Blocks provided
- Electronic Keying allows the scanner to match device by device type, vendor, product code and major revision for I/O exchange
- Embedded EDS - allows the EDS to be retrieved directly from the module
- Slave Mode - allows the scanner to act as a slave to another scanner
- Auto Scan - enables the scanner to automatically generate a scan list of devices on the network
- Supports CIP Explicit Messaging via PLC ladder logic
- Quantum 140 CPU 311 10 not supported

Additional Products

ProSoft Technology offers a full complement of hardware and software solutions for a wide variety of industrial communication platforms. Visit our web site at <http://www.prosoft-technology.com> for a complete list of products, including:

PTQ-DFNT	EtherNet/IP Client/Server Communication Module
PSW-RSNetWorx-DNET	RSNetWorx for DeviceNet Configuration Software (Rockwell Automation part number 9357-DNETL3)
PSFT-1784-PCD	DeviceNet PCMCIA Interface Card (Rockwell Automation part number RA 1784-PCD)

Ordering Information

To order this product, please use the following:

PTQ-DNET	DeviceNet Scanner/Slave Communication Module
----------	---

The PTQ-DNET DeviceNet module set in scanner mode requires configuration software not included with the module but available from ProSoft Technology. Please see part number PSW-RSNetWorx-DNET and PSFT-1784-PCD data sheets for additional information.

To place an order, please contact your local ProSoft Technology distributor. For a list of ProSoft distributors near you, go to <http://www.prosoft-technology.com>

Distributors:

Place your order by email or fax to:

North American / Latin American / Asia Pacific
orders@prosoft-technology.com,
fax to +1 661.716.5101

Europe
europe@prosoft-technology.com,
fax to +33 (0) 5.61.78.40.52



ANEXO N.º XI

DATASHEET MÓDULO DE COMUNICACIONES DNP3



DNP 3.0 Master/Slave Communication Module PTQ-DNPQ

The PTQ-DNP module is the ideal solution for many applications where DNP 3.0 Master/Slave protocol connectivity must be added to a Quantum or Unity system.

The DNP solution is designed to address the expanding interest in the DNP 3.0 protocol. The protocol was developed for the Power Utility industry and is recommended by the IEEE for RTU-IED communication applications. Additional industrial applications are quickly arising in the Water/Wastewater and Oil and Gas industries.

How to Contact Us: Sales and Support

All ProSoft Technology® products are backed with unlimited technical support. Contact our worldwide Technical Support team directly by phone or email:

Asia Pacific
+603.7724.2080, asiapc@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Chinese, Japanese, English

Europe - Middle East - Africa
+33 (0) 5.34.36.87.20, support.EMEA@prosoft-technology.com
Languages spoken include: French, English

North America
+1.661.716.5100, support@prosoft-technology.com
Languages spoken include: English, Spanish

Latin America (Sales only)
+1.281.298.9109, latinam@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Spanish, English

Brasil
+55-11.5084.5178, eduardo@prosoft-technology.com
Languages spoken include: Portuguese, English

DNP 3.0 Master/Slave Communication Module

PTQ-DNPQ

The DNP 3.0 Master/Slave Communication Module is a single slot backplane compatible DNP 3.0 interface solution for the Schneider Electric Quantum or Unity platform. This module provides highly configurable support of both DNP 3.0 Master and Slave implementations.

Features and Benefits

The module supports DNP Subset Level 2 features and some of the Level 3 features allowing the many SCADA and field devices supporting the DNP protocol to be integrated into the Quantum or Unity platform. The module acts as an input/output module between the DNP network and the Modicon backplane. The data transfer from the Quantum or Unity processor is asynchronous from the actions on the DNP network. Databases are user defined and stored in the module to hold the data required by the protocol.

General Specifications

- Single Slot - Quantum backplane compatible
- The module is recognized as an Options module and has access to PLC memory for data transfer
- Configuration data is stored in non-volatile memory in the ProTalk module
- Up to six modules can be placed in a rack
- Local rack - The module must be placed in the same rack as processor.
- Compatible with common Quantum / Unity programming tools.
- Quantum data types supported: 0x, 1x, 3x, 4x
- High speed data transfer across backplane provides quick data update times.
- Sample function blocks available.

Hardware Specifications

Specification	Value
Backplane Current Load	800 mA @ 5 V
Operating Temperature	0 to 60°C (32 to 140°F)
Storage Temperature	-40 to 85°C (-40 to 185°F)
Relative Humidity	5% to 95% (non-condensing)
Vibration	Sine vibration 4-100 Hz in each of the 3 orthogonal axes
Shock	30G, 11 mSec. in each of the 3 orthogonal axes



ANEXO N.º XII

DATASHEET SINCRONIZADOR SIEMENS

SIPROTEC 7VE61



Local operation

All operator actions can be executed and information displayed on an integrated user interface:

On the large LCD display process and device information can be displayed as text in lists.

Freely configurable (parameterizable) LEDs are used to display any process or device information. The LEDs can be labeled based on user requirements. An LED reset key resets the LEDs.

RS232 operator interface

Four freely configurable function keys permit the user to execute frequently used actions fast and simply.

On the large LCD display process and device information can be displayed as a single-line diagram or as text in different lists.

Below the LCD there are highlighted keys used for controlling the process.

Two key-operated switches ensure fast and reliable access to "switch between local and remote control" and "switch between interlocked and non-interlocked operation".



Keys for navigation
Numerical keys for data entry



Fig. 1
SIPROTEC 4 7VE61 (above) and 7VE63 (below)

Functional scope of the paralleling function

The units contain numerous individually settable functions for different applications. They cover the following operating modes:

Synchro-check

In this mode, the variables $\Delta V, \Delta f, \Delta \alpha$ are checked. If they reach set values, a release command is issued for as long as all three conditions are met, but at least for a settable time.

Switching synchronous networks

The characteristic of synchronous networks is their identical frequency ($\Delta f \approx 0$). This state is detected and fulfillment of the ΔV and $\Delta \alpha$ conditions checked. If the conditions remain met for a set time, the CLOSE command is issued.

Switching asynchronous networks

This state occurs in the power system and generator (open generator circuit-breaker). A check is made for fulfillment of ΔV and Δf conditions and the connection time is calculated, taking account of $\Delta \alpha$, and the circuit-breaker making time. By means of balancing commands (for voltage and frequency), the generator can automatically be put into a synchronous condition.

Switching onto dead busbars

The voltage inputs are checked here. The CLOSE command is issued depending on the set program and the result of measurement. A three-phase connection increases reliability because several voltages must fulfill the conditions (see Fig. 11).

The following operating states are possible:

- $V1 < V2 >$
(connection to dead busbar (side 1))
- $V1 > V2 <$
(connection to dead line (side 2))
- $V1 < V2 <$
(forced closing)

Voltage and frequency band query

Synchronization is not activated until the set limits are reached. Then the remaining parameters (see above) are checked.

Vector group adaptation

If synchronization is effected using a transformer, the unit takes account of the phase-angle rotation of the voltage phasor in accordance with the vector group entry for the transformer. On transformers with a tap changer, the tap setting can be communicated to the unit, for example, as BCD code (implemented in the 7VE63). Deviations from the rated transformation ratio result in the appropriate voltage amplitude adaptation.

Voltage and frequency balancing

If the synchronization conditions are not fulfilled, the unit automatically outputs balancing signals. These are the appropriate up or down commands to the voltage or speed controller (frequency controller). The balancing signals are proportional to the voltage or frequency difference. That means if the voltage or frequency difference is substantial, longer balancing commands are output. A set pause is allowed to elapse between balancing commands to allow the state change to settle. This method ensures rapid balancing of the generator voltage or frequency to the target conditions.

If identical frequency is detected during generator-network synchronization ("motionless synchronization phasor"), a kick pulse puts the generator out of this state.

For example, if the voltage is to be adjusted using the transformer tap changer, a defined control pulse is output.

Several synchronizing points

Depending on the ordered scope, several synchronization points can be operated. The data for synchronization of each circuit-breaker (synchronization function group) are stored individually. In the maximum version, the 7VE63 operates up to 8 synchronization points. Selection is made either via the binary input or the serial interface. With the CFC it is also possible to control connection of the measured variables or commands via a master relay.

Commissioning aids

The paralleling device is designed to be commissioned without an external tester/recorder. For that purpose, it contains a codeword-protected commissioning section. This can be used to measure the make time automatically with the unit (internal command issue until the CB poles are closed). This process is logged by the fault recording function.

The operational measured values also include all measured values required for commissioning. The behavior of the paralleling function or the unit is also documented in detail in the operational annunciation and synchronization annunciation buffer. The connection conditions are documented in the synchronization record. Test synchronization is also permitted. All actions inside the synchronizer are taken but the two CLOSE relays are not operated (R1 and R2). This state can also be initiated via a binary input.

Functions

Great safety and reliability due to multi-channel redundancy

Generator synchronization especially requires units in which unwanted operation can be ruled out. The paralleling device achieves this multi-channel redundancy with a two-out-of-two decision. That means that two conditions for the CLOSE command must be fulfilled. Fig. 7 shows the structure of the two designs.

In the 1½-channel version (7VE61), the paralleling function is the function that gives the CLOSE command. The synchro-check function acts as a release criterion with rougher monitoring limit settings. Other monitoring functions are also active at the same time (see below).

In the two-channel version (7VE63), two independent methods work in parallel. The CLOSE command is given when the two methods simultaneously decide on CLOSE. Fig. 8 shows the consistent implementation of dual-channel redundancy.

The measured quantities are fed to two ADCs. The second ADC processes the values rotated through 180° (e.g. V1). The monitoring methods test all the transformer circuits, including internal data acquisition for plausibility and they block measurement if deviations are found. The phase-sequence test detects connection errors. The measuring methods 1 and 2 include the measurement algorithms and logic functions.

In keeping with the two-channel redundancy principle, differing measurement methods are used to prevent unwanted operation due to systematic errors.

In addition, numerous methods are also active, such as closure monitoring (synchronism monitoring of both methods). Unwanted relay operation is avoided

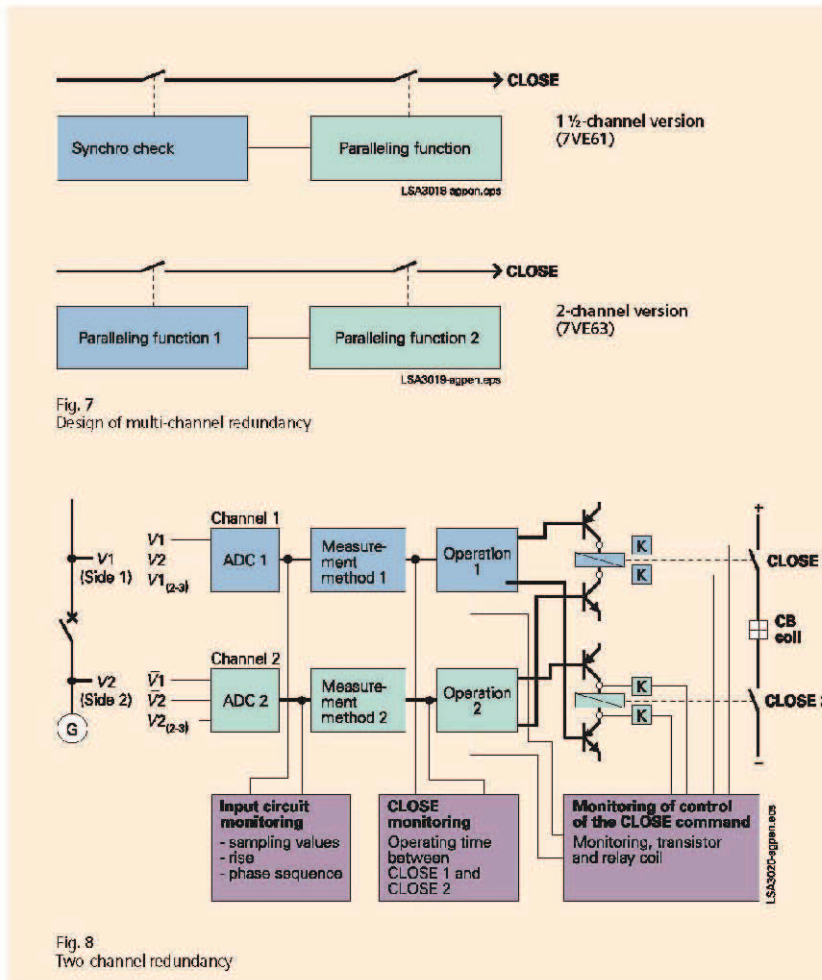


Fig. 8
Two channel redundancy

ded by two-channel operation of both CLOSE relays. The two measurement methods operate the transistors crossed over.

Moreover, coil operation is monitored in the background. For this purpose, transistors are activated individually and the response is fed back. Both interruptions and transistor breakdown are detected. When faults are found, the unit is blocked immediately.

The plausibility monitoring of set values (valid limits) and selection of the synchronization function groups (only one can be selected) are also supported. In the event of any deviations, messages are output and the paralleling function is blocked.

Connections/Typical Applications

Connection to three-phase voltage transformer

If three-phase voltage transformers are available, connection as shown in Fig. 11 is recommended. This is the standard circuit because it provides a high level of reliability for the paralleling function. The phase-sequence test is additionally active, and several voltages are checked on connection to a dead busbar. Interruption in the voltage connection does not lead to an unwanted operation. Please note that side 1 (that is, V₁) is always the feed side. That is important for the direction of balancing commands.

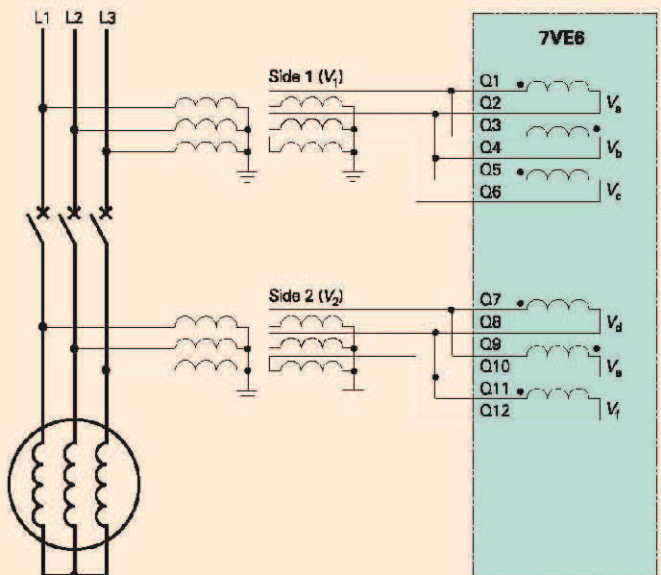


Fig. 11

Connection to open delta connection (V-connection) voltage transformer

Fig. 12 shows an alternative to Fig. 11 for substations in which the voltage transformers have to be V-connected. For the paralleling device, this connection is the electrical equivalent of the connection described above. It is also possible to combine the two: three one-pole isolated voltage transformers on one side and the V-connection on the other. If, additionally, a synchroscope is connected, it must be electrically isolated by means of an interposing transformer.

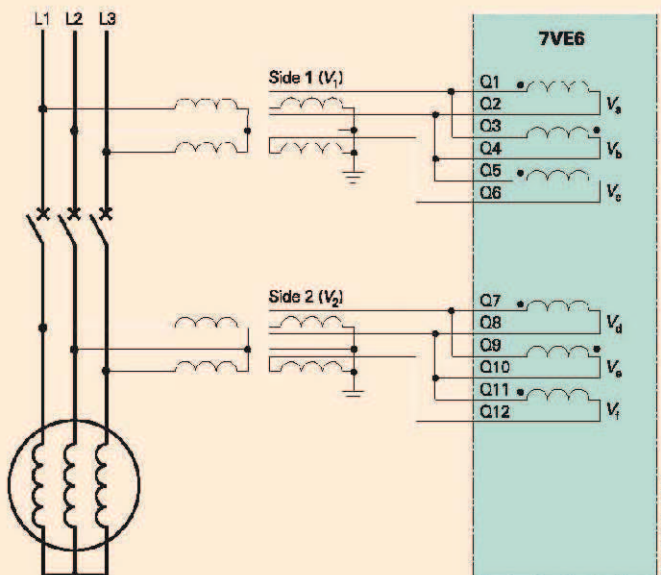


Fig. 12

LSA3021-eggen.ap3

LSA3022-eggen.ap3

Connections/Typical Applications

Connection to unearthed voltage transformer

To save costs for the voltage transformer, two-phase isolated voltage transformers are used that are connected to the phase-to-phase voltage (see Fig. 13). In that case, the phase-rotation supervision is inactive and reliability restrictions when connecting to the dead busbar must be accepted.

Full two-channel redundancy is ensured.

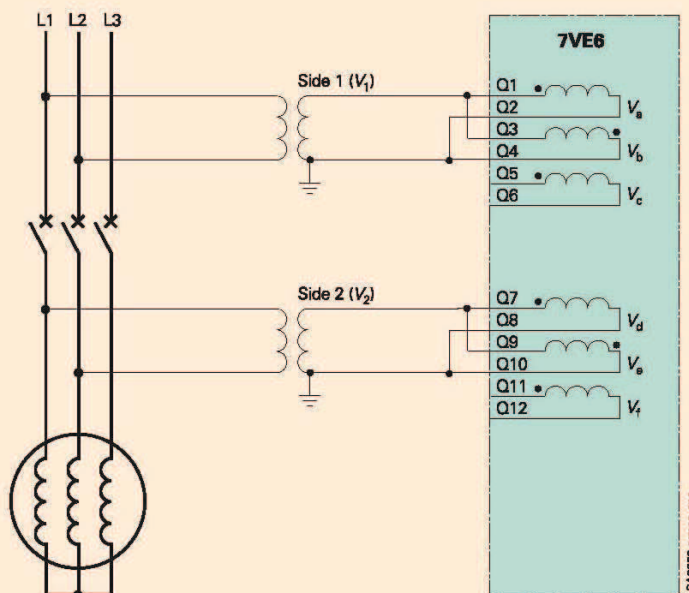


Fig. 13

Connection to single-phase isolated voltage transformer

As an alternative to Fig. 13, some substations use single-phase isolated voltage transformers (see Fig. 14). In this case only a phase-to-earth voltage is available. This connection should be avoided if possible. Especially in isolated or resonance neutral earthed networks, an earth fault would lead to a voltage value of zero. That does not permit synchronization and the busbar is detected as dead. If $V_1 <$ and $V_2 >$ connection is permitted, there is a high risk of incorrect synchronization. Furthermore, an earth-fault in phase L2 leads to an angle rotation of – for instance – 30° in phase L1. This means that the device switches at a large fault angle.

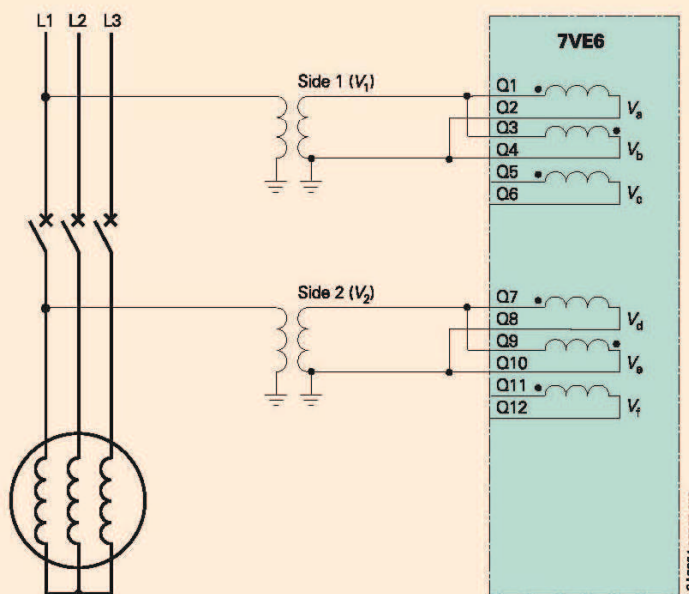


Fig. 14

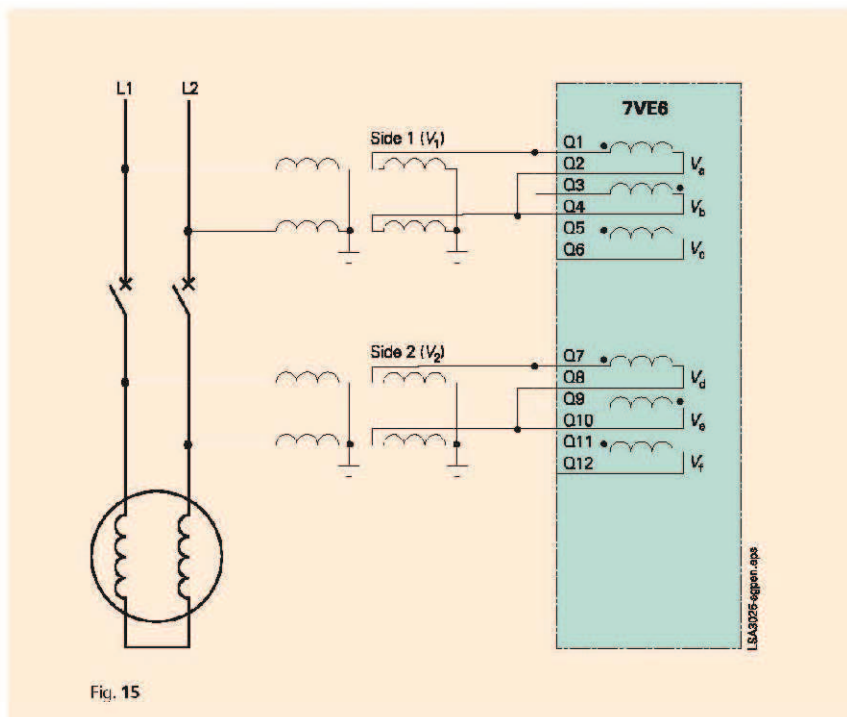
Connections/Typical Applications

Switching in 16.7 Hz networks for application in traction systems

The unit can also be used for synchronizing railway networks or generators. The connection has to be executed according to Fig. 15. Here, no phase sequence test is available. Two-channel redundancy is ensured.

The voltage inputs permit the application of the 16.7 Hz frequency without any difficulties.

On connection to a dead busbar, a broken wire in the external voltage transformer circuit is not detected. It is recommended to make another interrogation of a second voltage transformer.



Connections/Typical Applications

Synchro-check for several synchronizing points

To avoid unwanted operation during manual synchronization or during connection of circuit-breakers in the network, the synchro-check function is used as an enabling criterion. It is fully compatible with all the connections described above (see Figs. 11 to 15). With the "synchro-check" ordering option, the paralleling device also allows monitoring of up to three circuit-breakers in parallel. That saves wiring, switching and testing. In particular, that is an application for the 1½ circuit-breaker method. Moreover, on smaller generating plants one unit can be used for up to three generators, which helps reduce costs.

The connection shown in Fig. 16 is a single-pole version, which is acceptable for the synchro-check function.

An alternative is the connection for two switching devices (see Fig. 17).

The two free voltage inputs can be used for monitoring purposes.

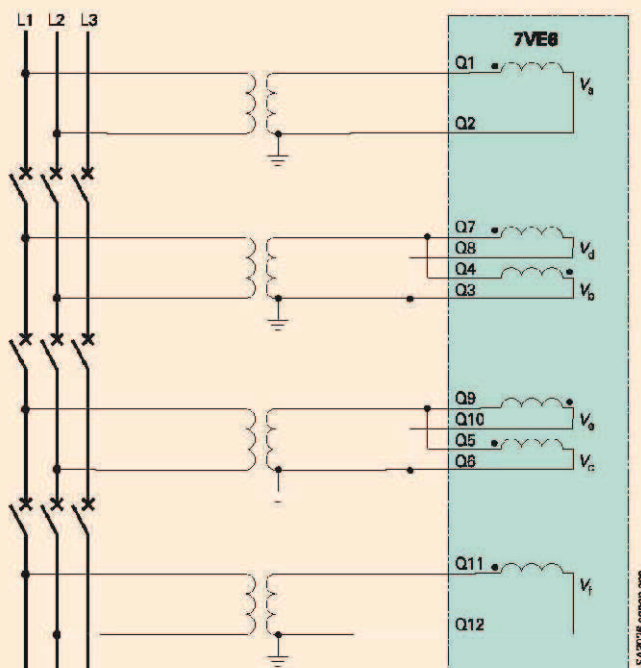


Fig. 16

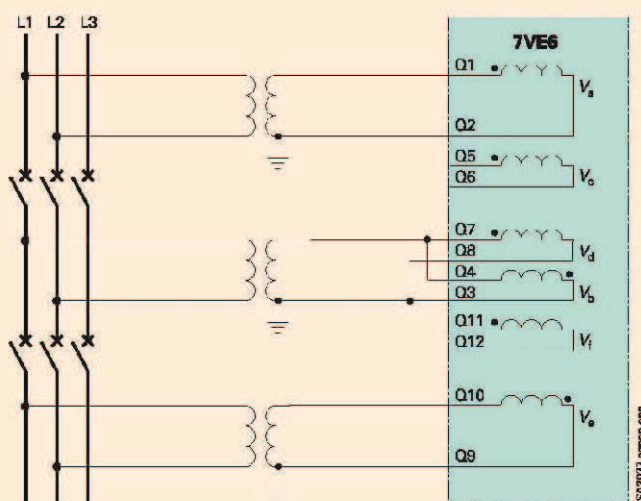


Fig. 17

Connections/Typical Applications

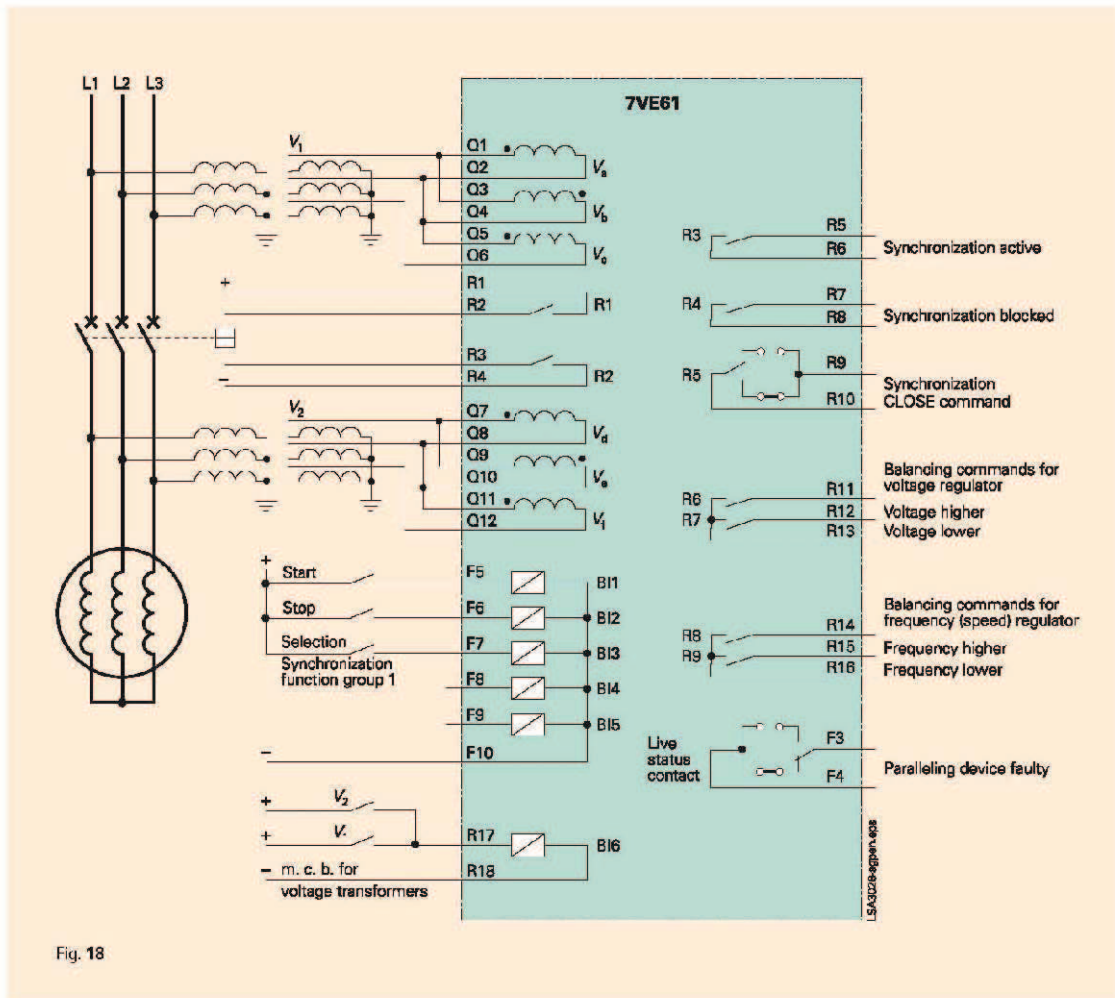


Fig. 18

Synchronization of a generator

Fig. 18 shows an example of the 7VE61 paralleling device connected to a medium-power generator. Where three-phase voltage transformers are available, direct connection is recommended. The synchronization point and start of synchronization is selected via the binary inputs. If cancellation is necessary, the stop input must be used.

If synchronization onto a dead busbar is permitted, the alarm contact of the voltage transformer miniature circuit-breakers (m.c.b.) must be connected to the unit.

Relays R1 and R2 are used for a CLOSE command. The other relays are used for selected indications and for the balancing commands.

The live status contact operated by the unit self-supervision function must also be wired.

Technical Data

Hardware

Analog inputs

Rated frequency	50, 60 or 16.7 Hz
Rated voltage V_N	100 to 125 V
Power consumption Voltage inputs (at 100 V)	Approx. 0.3 VA
Capability in voltage paths	230 V continuous

Auxiliary voltage

Rated auxiliary voltage	24 to 48 V DC 60 to 125 V DC 110 to 250 V DC 220 to 250 V DC 115 and 230 V AC (50/60 Hz)
Permitted tolerance	-20 to +20 %
Superimposed AC voltage (peak to peak)	≤ 15 %
Power consumption Quiescent 7VE61 7VE63	Approx. 4 W Approx. 5.5 W
Energized 7VE61 7VE63	Approx. 9.5 W Approx. 12 W
Bridging time during auxiliary voltage failure	
at $V_{a,IK} = 48$ V and $V_{a,IK} \geq 110$ V	≥ 50 ms
at $V_{a,IK} = 24$ V and $V_{a,IK} = 60$ V	≥ 20 ms

Binary inputs

Quantity 7VE61 7VE63	6 14
3 pickup thresholds Range is settable with jumpers	14 to 19 V DC, 66 to 88 V DC; 117 to 176 V DC
Maximum permissible voltage	300 V DC
Current consumption, energized	Approx. 1.8 mA

Output relays

Quantity 7VE61	9 (each with 1 NO; 1 optional as NC, via jumper)
7VE62	17 (each with 1 NO; 2 optional as NC, via jumper)
7VE61+7VE63	1 live status contact (NC, NO via jumper)
Switching capacity	
Make	1000 W / VA
Break	30 VA
Break (for resistive load)	40 W
Break (for L/R < 50 ms)	25 W
Switching voltage	250 V
Permissible current	5 A continuous 30 A for 0.5 seconds

LEDs

Quantity RUN (green) ERROR (red) Assignable LED (red)	1 1 7
7VE61 7VE63	14

Hardware (cont'd)

Unit version

7XP20 housing	For dimensions see dimension drawings
Degree of protection acc. to EN 60529	
For surface-mounting housing	IP 51
For flush-mounting housing	
Front	IP 51
Rear	IP 50
For the terminals	IP 2x with terminal cover put on
Weight	
Flush-mounting housing	
7VE61 (1/2 x 19")	Approx. 5.2 kg
7VE63 (1/2 x 19")	Approx. 7 kg
Surface mounting housing	
7VE61 (1/2 x 19")	Approx. 9.2 kg
7VE63 (1/2 x 19")	Approx. 12 kg

Serial interfaces

Operating interface for DIGSI 4

Connection	Non-isolated, RS232, front panel; 9-pin subminiature connector (SUB-D)
Baud rate	4800 to 115,200 baud

Time synchronization IRIG-B / DCF77 signal (Format: IRIG B000)

Connection	9-pin subminiature connector, (SUB-D), terminal with surface- mounting case
Voltage levels	Selectable 5, 12 or 24 V

Service / modem interface (Port C) for DIGSI 4 / modem / service

Isolated RS232/RS485 Test voltage Distance for RS232 Distance for RS485	9 pin subminiature connector (SUB-D) 500 V / 50 Hz Max. 15 m Max. 1000 m
--	---

System interface (Port B) IEC 60870-5-103 protocol, PROFIBUS-DP, MODBUS RTU, DNP 3.0) and interface (Port D)

Isolated RS232/RS485 Baud rate Test voltage Distance for RS232 Distance for RS485	9-pin subminiature connector (SUB-D) 4800 to 115200 Baud 500 V / 50 Hz Max. 15 m Max. 1000 m
RS485: PROFIBUS DP, MODBUS RTU, DNP 3.0 Test voltage	9 pin subminiature connector (SUB-D) 500 V / 50 Hz
Baud rate PROFIBUS-DP MODBUS RTU, DNP 3.0	Max. 12 MBaud Max. 19200 Baud
Distance PROFIBUS-DP	Max. 1000 m with 93.75 kBaud; Max. 100 m with 12 MBaud 1000 m
MODBUS RTU, DNP 3.0	
Fiber optic: IEC, PROFIBUS DP, MODBUS RTU, DNP 3.0	ST connector
PROFIBUS-DP ILC, MODBUS RTU, DNP 3.0	Double ring Point-to-point
Baud rate PROFIBUS-DP MODBUS RTU, DNP 3.0	Max. 1.5 MBaud Max. 19200 Baud
Optical wavelength	$\lambda = 820$ nm
Permissible path attenuation	Max. 8 dB, for glass-fiber 62.5/125 μ m
Distance	Max. 1.5 km
Analog output module (electrical)	2 ports with 0 to +20 mA

Electrical tests

Specifications

Standards	IEC 60255 (product standards) ANSI/IEEE C37.90.0/1/2 UL 508 DIN 57435, part 303 For further standards see below
-----------	---

Insulating tests

Standards	IEC 60255-5
Voltage test (100 % test) All circuits except for auxiliary supply, binary inputs, communication and time synchronization interfaces	2.5 kV (r.m.s.), 50/60 Hz
Voltage test (100 % test) Auxiliary voltage and binary inputs	3.5 kV DC
Voltage test (100 % test) only isolated communication interfaces and time synchronization interface	500 V (r.m.s. value), 50/60 Hz
Impulse voltage test (type test) All circuits except for communication interfaces and time synchronization interface, class III	5 kV (peak); 1.2/50 μ s; 0.5 J; 3 positive and 3 negative impulses at intervals of 5 s

EMC tests for noise immunity (type test)

Standards	IEC 60255-6, IEC 60255-22 (product standards) EN 50082-2 (generic standard) DIN 57435 part 303
High frequency test IEC 60255-22-1, class III and DIN 57435 part 303, class III	2.5 kV (peak value), 1 MHz; $\tau = 15$ ns 400 pulses per s; duration 2 s
Electrostatic discharge IEC 60255-22-2, class IV EN 61000-4-2, class IV	8 kV contact discharge; 15 kV air discharge; both polarities; 150 pF; $R_f = 330 \Omega$
Irradiation with RF field, non modulated IEC 60255-22-3 (report), class III	10 V/m; 27 to 500 MHz
Irradiation with RF field, amplitude-modulated, IEC 61000-4-3, class III	10 V/m; 80 to 1000 MHz; 80 % AM; 1 kHz
Irradiation with RF field, pulse modulated IEC 61000-4-3/ ENV 50204, class III	10 V/m; 900 MHz; repetition frequency 200 Hz; duty cycle 50 %
Fast transient interference bursts IEC 60255-22-4, IEC 61000-4-4, class IV	4 kV; 5/50 ns; 5 kHz; burst length = 15 ms; repetition rate 300 ms; both polarities; $R_f = 50 \Omega$; test duration 1 min
High-energy surge voltages (SURGE), IEC 61000-4-5 installation, class III Auxiliary supply	Impulse: 1.2/50 μ s Common (longitudinal) mode: 2 kV; 12 Ω , 9 μ F Differential (transversal) mode: 1 kV; 2 Ω , 18 μ F
Measurement inputs, binary inputs and relay outputs	Common (longitudinal) mode: 2 kV; 42 Ω , 0.5 μ F Differential (transversal) mode: 1 kV; 42 Ω , 0.5 μ F
Line-conducted IIF, amplitude modulated IEC 61000-4-6, class III	10 V; 150 kHz to 80 MHz; 80 % AM; 1 kHz
Magnetic field with power frequency IEC 61000-4-8, class IV; IEC 60255-6	30 A/m continuous; 300 A/m for 3 s; 50 Hz 0.5 mT; 50 Hz

Electrical tests (cont'd)

EMC tests for noise immunity (type test) (cont'd)

Oscillatory surge withstand capability ANSI/IEEE C37.90.1	2.5 to 3 kV (peak); 1 to 1.5 MHz damped wave; 50 surges per second; Duration 2 s; $R_f = 150$ to 200 Ω
Fast transient surge withstand capability ANSI/IEEE C37.90.1	4 to 5 kV; 10/150 ns; 50 surges per second; both polarities; duration 2 s; $R_f = 80 \Omega$
Radiated electromagnetic interference ANSI/IEEE C37.90.2	35 V/m; 25 to 1000 MHz
Damped oscillations IEC 60894, IEC 61000-4-12	2.5 kV (peak value), polarity alternating 100 kHz, 1 MHz, 10 and 50 MHz, $R_f = 200 \Omega$

EMC tests for interference emission (type test)

Standard	EN 50081-1 (generic standard)
Conducted interference voltage on lines only auxiliary supply IEC-CISPR 22	150 kHz to 30 MHz Limit class B
Interference field strength IEC CISPR 22	30 to 1000 MHz Limit class B

Mechanical stress tests

Vibration, shock stress and seismic vibration

During operation

Standards	IEC 60255-21 and IEC 60068
Vibration IEC 60255-21-1, class 2 IEC 60068-2-6	Sinusoidal 10 to 60 Hz: ± 0.075 mm amplitude; 60 to 150 Hz: 1 g acceleration Frequency sweep 1 octave/min 20 cycles in 3 orthogonal axes
Shock IEC 60255-21-2, class 1 IEC 60068-2-27	Half sinusoidal Acceleration 5 g, duration 11 ms, 3 shocks each in both directions of the 3 axes
Seismic vibration IEC 60255-21-2, class 1 IEC 60068-3-3	Sinusoidal 1 to 8 Hz: ± 3.5 mm amplitude (horizontal axis) 1 to 8 Hz: ± 1.5 mm amplitude (vertical axis) 8 to 35 Hz: 1 g acceleration (horizontal axis) 8 to 35 Hz: 0.5 g acceleration (vertical axis) Frequency sweep 1 octave/min 1 cycle in 3 orthogonal axes

During transport

Standards	IEC 60255-21 and IEC 60068-2
Vibration IEC 60255-21-1, class 2 IEC 60068-2-6	Sinusoidal 5 to 8 Hz: ± 7.5 mm amplitude; 8 to 150 Hz: 2 g acceleration Frequency sweep 1 octave/min 20 cycles in 3 orthogonal axes
Shock IEC 60255-21-2, class 1 IEC 60068-2-27	Half sinusoidal Acceleration 15 g, duration 11 ms, 3 shocks each in both directions 3 axes
Continuous shock IEC 60255-21-2, class 1 IEC 60068-2-29	Half sinusoidal Acceleration 10 g, duration 16 ms, 1000 shocks in both directions of the 3 axes

Technical Data

Climatic stress test

Temperatures

Standards	IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2
Recommended operating limiting temperature	-5 °C to +55 °C / +25 °F to +131 °F
Temporarily permissible operating temperature	-20 to +70 °C (Legibility of display may be impaired above +55 °C / +131 °F)
Limiting temperature during permanent storage (with supplied packing)	-25 °C to +55 °C / -13 °F to +131 °F
Limiting temperature during transport (with supplied packing)	-25 °C to +70 °C / -13 °F to +158 °F

Humidity

Standards	IEC 60068-2-3
Permissible humidity stress	Annual average $\leq 75\%$ relative humidity; on 56 days a year up to 93% relative humidity; condensation is not permitted
It is recommended to arrange the units in such a way that they are not exposed to direct sunlight or pronounced temperature changes that could cause condensation	

Functions

General

Frequency range	25 to 75 Hz ($f_N = 50$ Hz) 30 to 90 Hz ($f_N = 60$ Hz) 8.35 to 25 Hz ($f_N = 16.7$ Hz)
-----------------	--

Paralleling function ANSI 25

Setting ranges	
Upper voltage limit V_{max}	20 to 140 V (steps 1 V)
Lower voltage limit V_{min}	20 to 125 V (steps 1 V)
$V <$ for de-energized status	1 to 60 V (steps 1 V)
$V >$ for energized status	20 to 140 V (steps 1 V)
Voltage difference ΔV	0 to 40 V (steps 1 V)
Frequency difference Δf	0 to 2 Hz (steps 0.01 Hz)
Angle difference $\Delta \alpha$	2 to 80° (steps 1°)
Changeover threshold asynchronous – synchronous	0.01 to 0.04 Hz (steps 0.01 Hz)
Angle correction of vector group	0 to 359° (steps 1°)
Matching voltage transformer V_1/V_2	0.5 to 2 (steps 0.01)
Circuit-breaker making time	10 to 1000 ms (steps 1 ms)
Operating time of circuit-breaker	0.01 to 10 s (steps 0.01 s)
Max. operating time after start	0.01 to 1200 s (steps 0.01 s)
Monitoring time of voltage	0 to 60 s (steps 0.1 s)
Release delay	0 to 60 s (steps 0.01 s)
Synchronous switching	0 to 60 s (steps 0.01 s)
Times	
Minimum measuring time	Approx. 80 ms (50/60 Hz) Approx. 240 ms (16.7 Hz)
Drop-off	
Drop-off ratio voltage	Approx. 0.9 ($V >$) or 1 ($V <$)
Drop-off difference frequency	20 mHz
Drop-off difference phase angle	1°
Tolerance	
Voltage measurement	1% of pickup value or 0.5 V
Voltage difference ΔV	1% of pickup value or max. 0.5 V (typical < 0.2 V)
Frequency difference Δf	< 10 mHz (synchronous network) < 15 mHz (asynchronous network)
Angle difference $\Delta \alpha$	0.5° with minor slip and approx. rated frequency 3° for $\Delta f < 1$ Hz, 5° for $\Delta f > 1$ Hz
Delay times	1% or 10 ms

Functions (cont'd)

Readjustment commands for synchronization

Frequency balancing	
Minimum control pulse	10 to 1000 ms (steps 1 ms)
Maximum control pulse	1 to 32 s (steps 0.01 s)
Frequency change of controller	0.05 to 5 Hz/s (steps 0.01 Hz/s)
Setting time of controller	0 to 32 s (steps 0.01 s)
Target value for frequency balancing	-1 to 1 Hz (steps 0.01 Hz)
Kick pulse	Available
Voltage balancing	
Minimum control pulse	10 to 1000 ms (steps 1 ms)
Maximum control pulse	1 to 32 s (steps 0.01 s)
Voltage change of controller	0.1 to 50 V/s (steps 0.1 V/s)
Setting time of controller	0 to 32 s (steps 0.01 s)
Permissible overexcitation (V/V_N)/(f/f_N)	1 to 1.4 (steps 0.01)
Tolerances	
Minimum control pulse	1 %
Control times	Approx. 5 % or ± 20 ms

Undervoltage protection ANSI 27

Setting range	
Undervoltage pickup $V <, V <<$	10 to 125 V (steps 0.1 V)
Time delays T	0 to 60 s (steps 0.01 s) or indefinite
Times	
Pickup times $V <, V <<$	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop-off times $V <, V <<$	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop-off ratio $V <, V <<$	1.01 to 1.10 (steps 0.01)
Tolerances	
Voltage limit values	1 % of set value or 0.5 V
Time delays T	1 % or 10 ms

Overvoltage protection ANSI 59

Setting ranges	
Overvoltage pickup $V >, V >>$	30 to 170 V (steps 0.1 V)
Time delays T	0 to 60 s (steps 0.01 s) or indefinite
Time	
Pickup times $V >, V >>$	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop-off times $V >, V >>$	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop-off ratio $V >, V >>$	0.90 to 0.99 (steps 0.01)
Tolerances	
Voltage limit values	1 % of set value or 0.5 V
Time delays T	1 % or 10 ms

Functions (cont'd)

Frequency protection ANSI 81

Setting ranges	
Steps, selectable f_1 , f_2	4
Pickup values f_1 , f_2	40 to 65 Hz (steps 0.01 Hz)
Time delays T	0 to 60 s (steps 0.01 s) or indefinite
Undervoltage blocking $V_{<}$	10 to 125 V (steps 0.1 V)
Times	
Pickup times t_1 , t_2	Approx. 100 ms (300 ms at 16.7 Hz)
Drop-off times f_1 , f_2	Approx. 100 ms (300 ms at 16.7 Hz)
Drop-off difference Δf	Approx. 20 mHz
Drop-off ratio $V_{<}$	Approx. 1.05
Tolerances	
Frequencies	10 mHz at $f = f_N$
Undervoltage blocking	1 % of set value or 0.5 V
Time delays T	1 % or 10 ms

Rate-of-frequency-change protection ANSI 81R

Setting ranges	
Steps, selectable $+df/dt$; $-df/dt$	4
Pickup value df/dt	0.1 to 10 Hz/s (steps 0.1 Hz/s)
Time delays T	0 to 60 s (steps 0.01 s) or indefinite
Undervoltage blocking $V_{<}$	10 to 125 V (steps 0.1 V)
Times	
Pickup times d/dt at 16.7 Hz: times x 3	Approx. 200 to 700 ms (depending on measuring duration)
Drop off times d/dt at 16.7 Hz: times x 3	Approx. 200 to 700 ms (depending on measuring duration)
Drop-off ratio d/dt	0.02 at 0.99 Hz/s (settable)
Drop-off ratio $V_{<}$	Approx. 1.05
Tolerances	
Rate-of-frequency change	Approx. 0.1 Hz/s at $V > 0.5 V_N$
Measuring duration < 5	Approx. 5 % or 0.15 Hz/s at $V > 0.5 V_N$
Measuring duration > 5	Approx. 3 % or 0.15 Hz/s at $V > 0.5 V_N$
Undervoltage blocking	1 % of set value or 0.5 V
Time delays T	1 % or 10 ms

Vector jump supervision (voltage)

Setting ranges	
Stage $\Delta\varphi$	2° to 30° (steps 0.1°)
Time delay T	0 to 60 s (steps 0.01 s) or indefinite
Undervoltage blocking $V_{<}$	10 to 125 V (steps 0.1 V)
Maximum voltage	10 to 170 V (steps 0.1 V)
Times	
Pickup times $\Delta\varphi$	Approx. 75 ms (225 ms at 16.7 Hz)
Drop off times $\Delta\varphi$	Approx. 75 ms (225 ms at 16.7 Hz)
Tolerances	
Vector jump	0.5° at $V > 0.5 V_N$
Undervoltage blocking	1 % of set value or 0.5 V
Time delay T	1 % or 10 ms

External trip coupling

Number of external trip couplings	4
-----------------------------------	---

Functions (cont'd)

Threshold value supervision

Number of steps	6 (3 larger and 3 smaller)
Measured quantity	V_a , V_b , V_c , V_d , V_e , V_f
Setting ranges	2 to +200 % (steps 1 %)
Times	
Pickup times	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop-off times	Approx. 50 ms (150 ms at 16.7 Hz)
Drop off ratio	0.95
Voltage tolerance	1 % of set value or 0.5 V

Typical operational measured values

Description	Secondary
Voltages	V_a ; V_b ; V_c ; V_d ; V_e ; V_f ; V_1 ; V_2 ; ΔV
Tolerance	0.2 % of measured value or $\pm 0.2 V \pm 1$ digit
Phase angle	$\Delta\alpha$
Tolerance	$< 0.5^\circ$
Frequency	f_1 , f_2 , Δf
Tolerance	10 mHz at $f = f_N$ 15 mHz at $f = f_N \pm 10$ %

Fault records

Number of fault records	Max. 8 fault records
Instantaneous values	
Storage time	Max. 10 s
Sampling interval	Depending on the actual frequency (e. g. 1 ms at 50 Hz; 0.83 ms at 60 Hz)
Channels	V_a , V_b , V_c , V_d , V_e , V_f , V_d-V_a , V_e-V_b , V_f-V_c , ΔV , Δf , $\Delta\alpha$
R.m.s. values	
Storage period	Max. 100 s
Sampling interval	Fixed (10 ms at 50 Hz, 8.33 ms at 60 Hz)
Channels	V_1 , V_2 , f_1 , f_2 , ΔV , Δf , $\Delta\alpha$

Additional functions

Fault event logging	Storage of events of the last 8 faults Buffer length max. 600 indications Time resolution 1 ms
Operational indications	Max. 200 indications Time resolution 1 ms
Elapsed-hour meter	Up to 6 decimal digits
Switching statistics	Number of break operations Number of make operations

CE conformity

This product is in conformity with the Directives of the European Communities on the harmonization of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility (EMC Council Directive 89/336/EEC) and electrical equipment designed for use within certain voltage limits (Council Directive 73/23/EEC).

This unit conforms to the international standard IEC 60255, and the German standard DIN 57435/Part 303 (corresponding to VDE 0435/Part 303).

The unit has been developed and manufactured for application in an industrial environment according to the EMC standards.

This conformity is the result of a test that was performed by Siemens AG in accordance with Article 10 of the Council Directive complying with the generic standards EN 50081-2 and EN 50082-2 for the EMC Directive and standard EN 60255-6 for the "low-voltage Directive".

Connection Diagrams

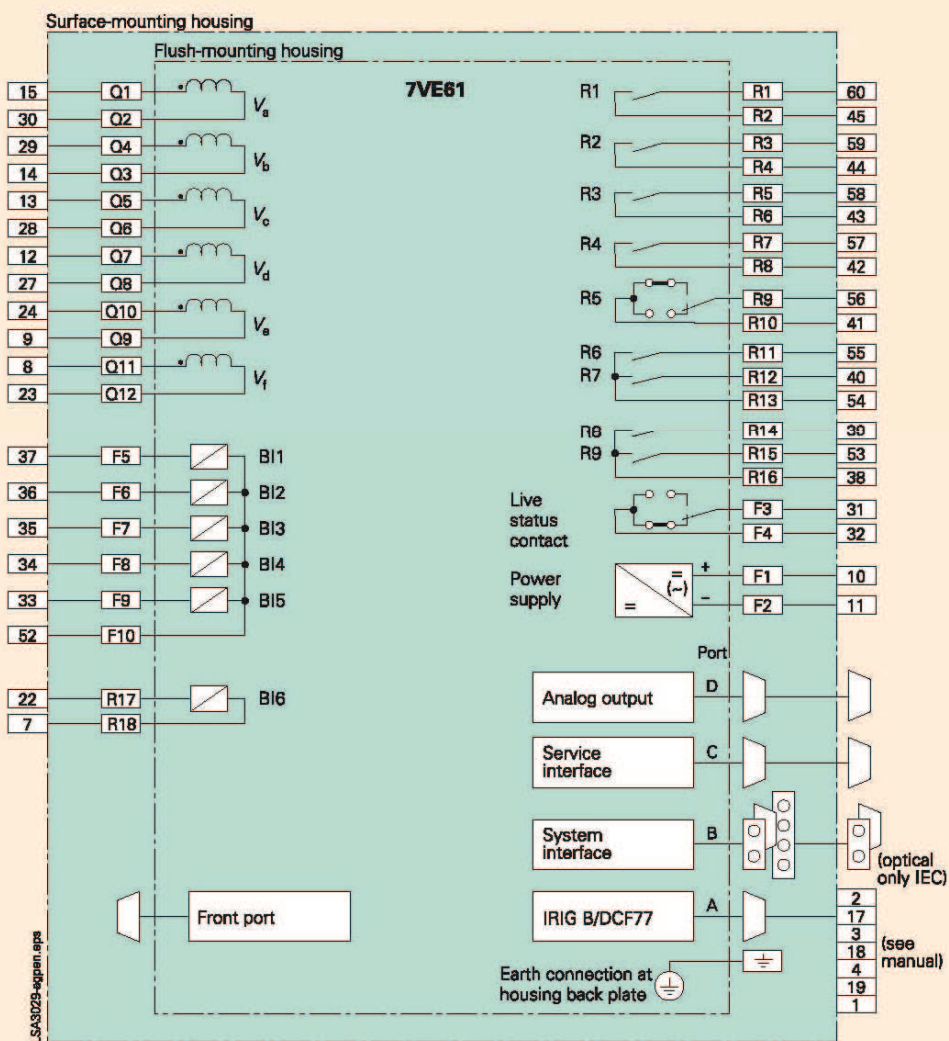


Fig. 21
Connection diagram

Dimension Drawings

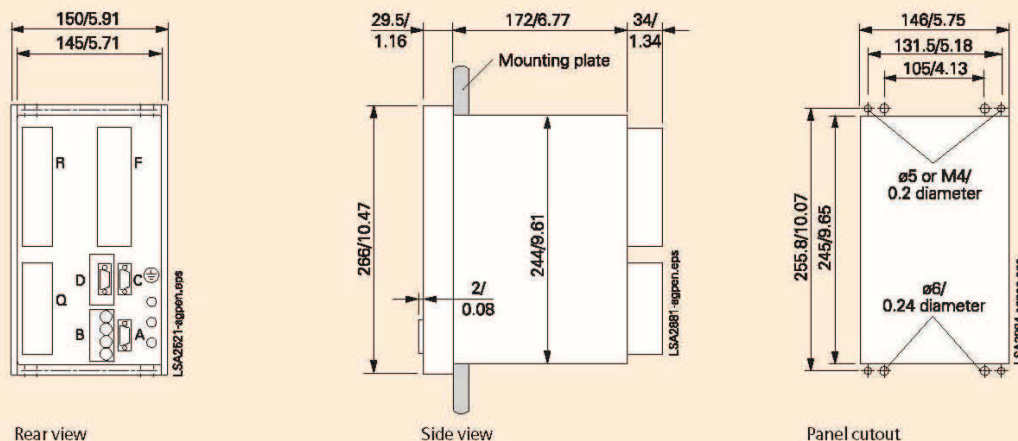


Fig. 23 7VE61 mounted in 1/3 flush-mounting housing 7XP20 for panel flush mounting/cubicle mounting

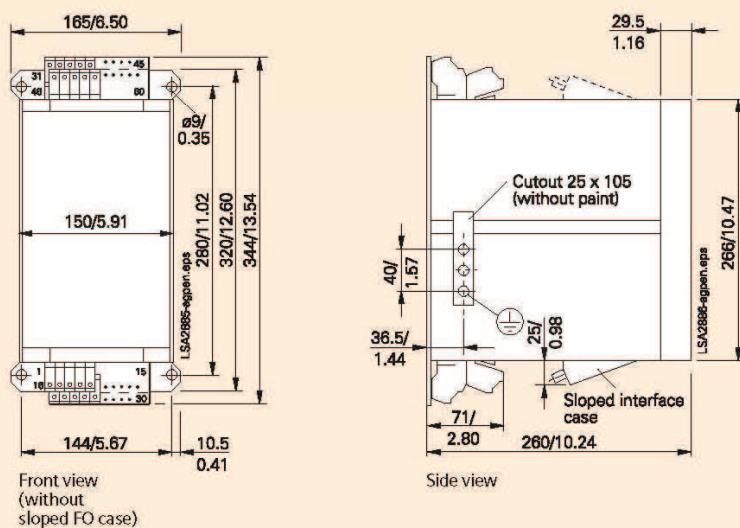


Fig. 24 7VE61 mounted in 1/3 surface-mounting housing 7XP20 for panel surface mounting

ANEXO N.º XIII

DATASHEET MÓDULO HART MODELO HIM1008

2 General Specifications

Specification	Description
Part number:	HIM1008
Supply for HIM1008	24V DC (+/-10%) @ 500 mA
Auxiliary input 24 VDC Supply for individual DC/DC converters	Auxiliary Input Power Supply connections provided for powering field devices via 8 individual 24V DC-DC converter @ 500mA
Built-in 24 DC/DC converter	Maximum 1 Watt @ 24 V DC per Channel Continuous Short-Circuit Protection
Communication Ports:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Two RJ45 ports –Embedded switch. <ul style="list-style-type: none"> • Usage: <ul style="list-style-type: none"> - Embedded Web Page for Diagnostics, Ethernet setup - Modbus TCP/IP Data Access 2. One Removable 5-pin Terminal Block– RS485, HART™ pass-through. <ul style="list-style-type: none"> • Usage: <ul style="list-style-type: none"> - Asset Management Software and HART™ OPC access
Field Wire Requirements	0.5....1.5 mm ² (24.....16 AWG).
Isolation	Minimum 1 KV isolation between power supply and communication ports
Indication	<ol style="list-style-type: none"> 1. LED1: for HART™ 'Pass-Through' communication status LED (Yellow) 2. LED2: for HART™ communication status LED (Yellow) 3. LED3: Ethernet communication status LED (Yellow) 4. LED4: Module OK/Scanning Status LED (Green) 5. CH1-8 Over Current Fault Indication (50 mA) (Red)
Isolation	<ul style="list-style-type: none"> • HART™ channels are transformer isolated. (1.5KV between HART™ modem and HART™ field device) • Polarity independent connection on the HART™ side. • 30V DC isolation Channel to Channel.
No. of HART™ Device per Channel	1 device per channel.
HART™ Protocol	Revision 5 supported. Secondary master device is supported. (i.e.: handheld configuration tool)
Module Configuration	Configuration via Ethernet port using embedded Web Pages (HTTP)
DIP switches SW1	ON Position: Filtering enabled for Analog Output module
DIP switches SW2	ON Position: 250 ohm termination enabled (to use for Analog Input module)
Dimensions	155mm X 47 mm X 48mm
Operating Temperature	0 to 60°C
Storage Temperature	-20 °C to +80 °C, non-operating
Operating Humidity	10 - 90%, non-condensing
Compliance	CE, (cUL pending), RoHS, WEEE

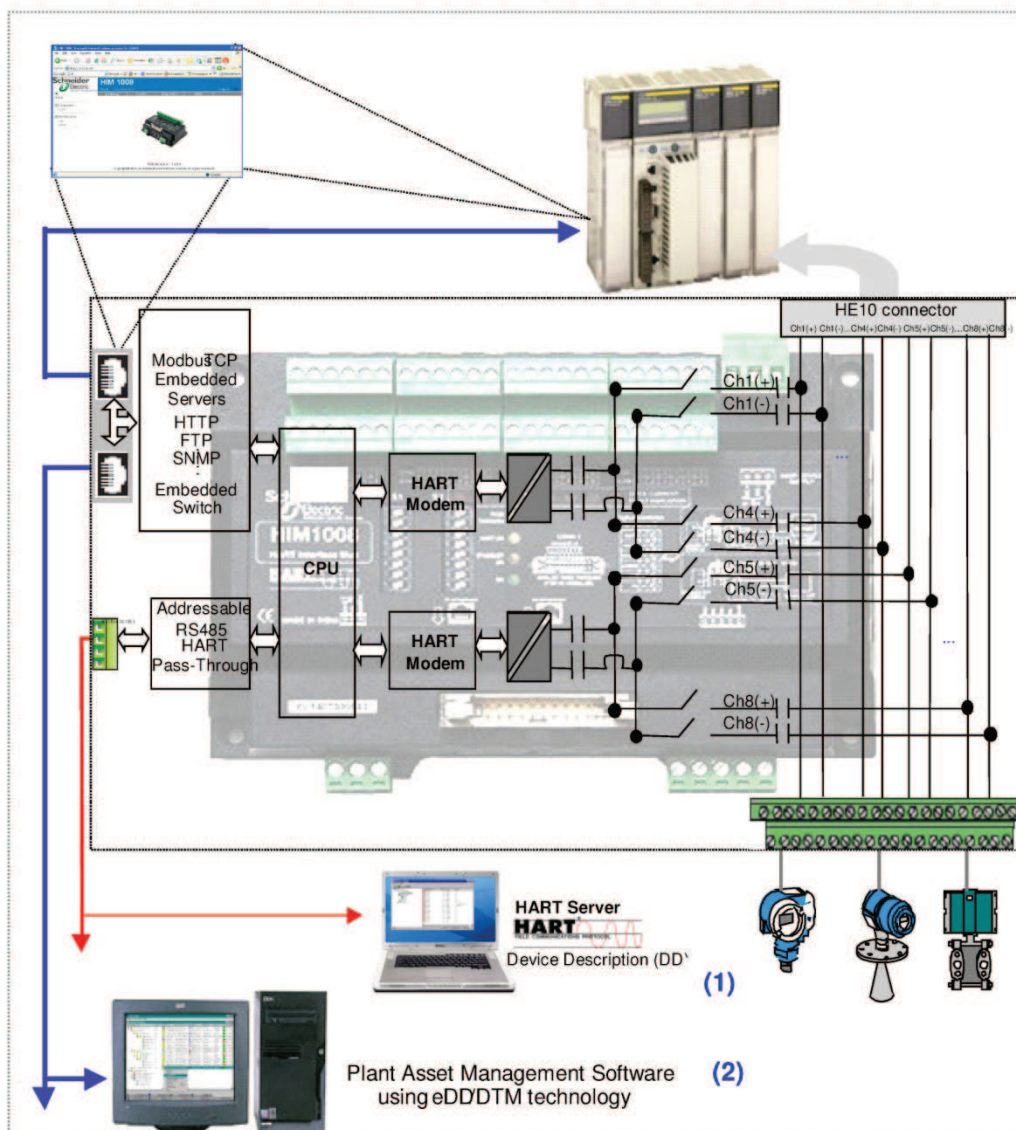
4 General Description

4.1 Introduction

This manual provides guidance for the installation, operation and maintenance of the Schneider Canada Services' HIM1008 (8 channels HART™ Interface Multiplexer).

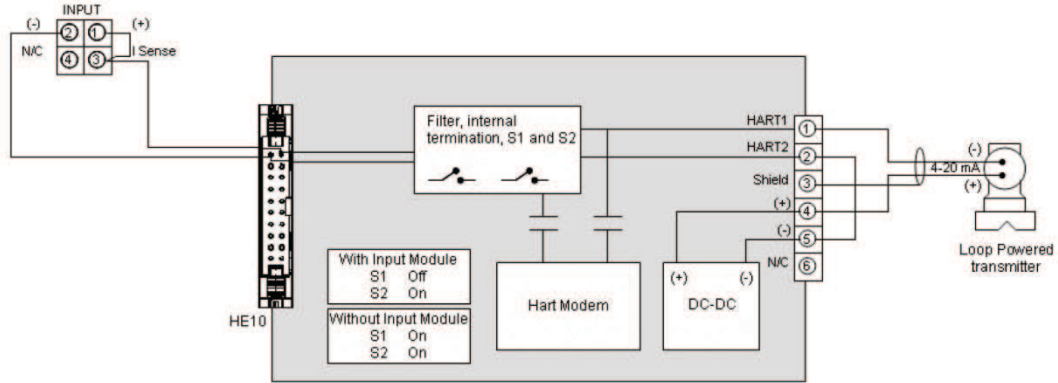
Typical block diagram

- (1) Asset Management or HART™ OPC client connection via Serial RS485 Port.
- (2) Module Configuration and Asset Management Connection via Modbus/ TCP-IP.

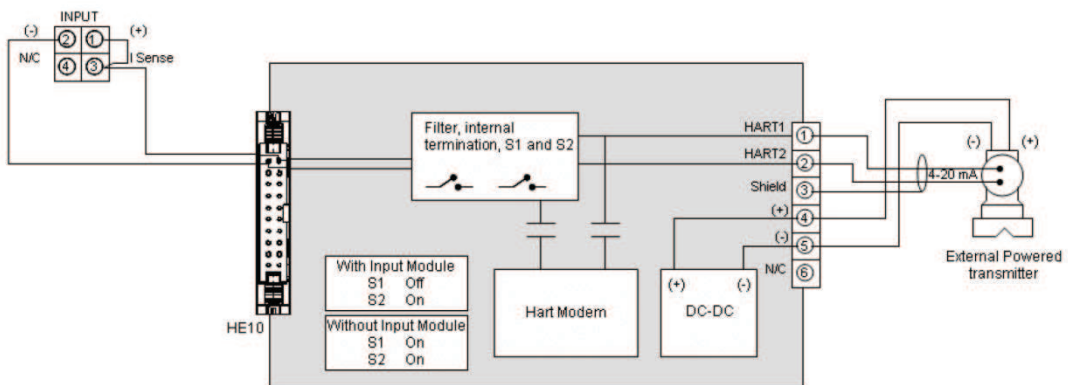


8.3 Connections for Field Devices

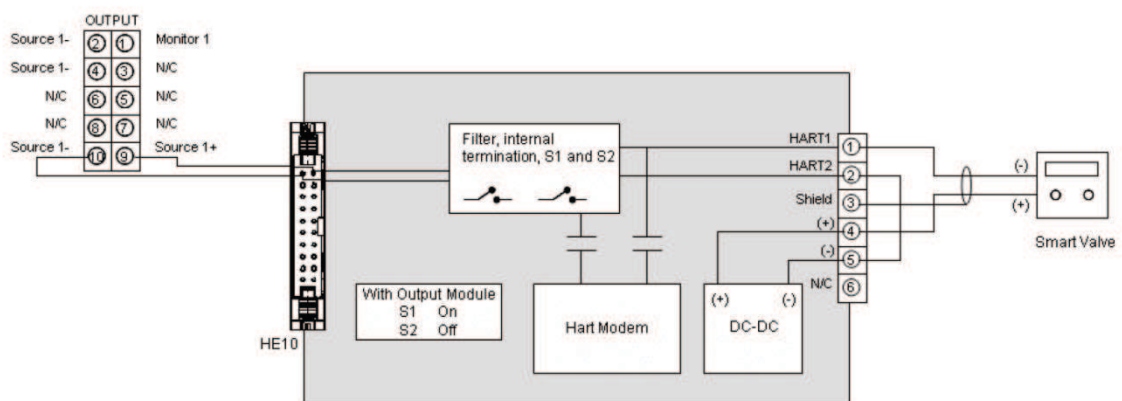
8.3.1 Passive Transmitter and Analog Input Module Connections



8.3.2 Active Transmitter (example for a 24VDC supply Transmitter)



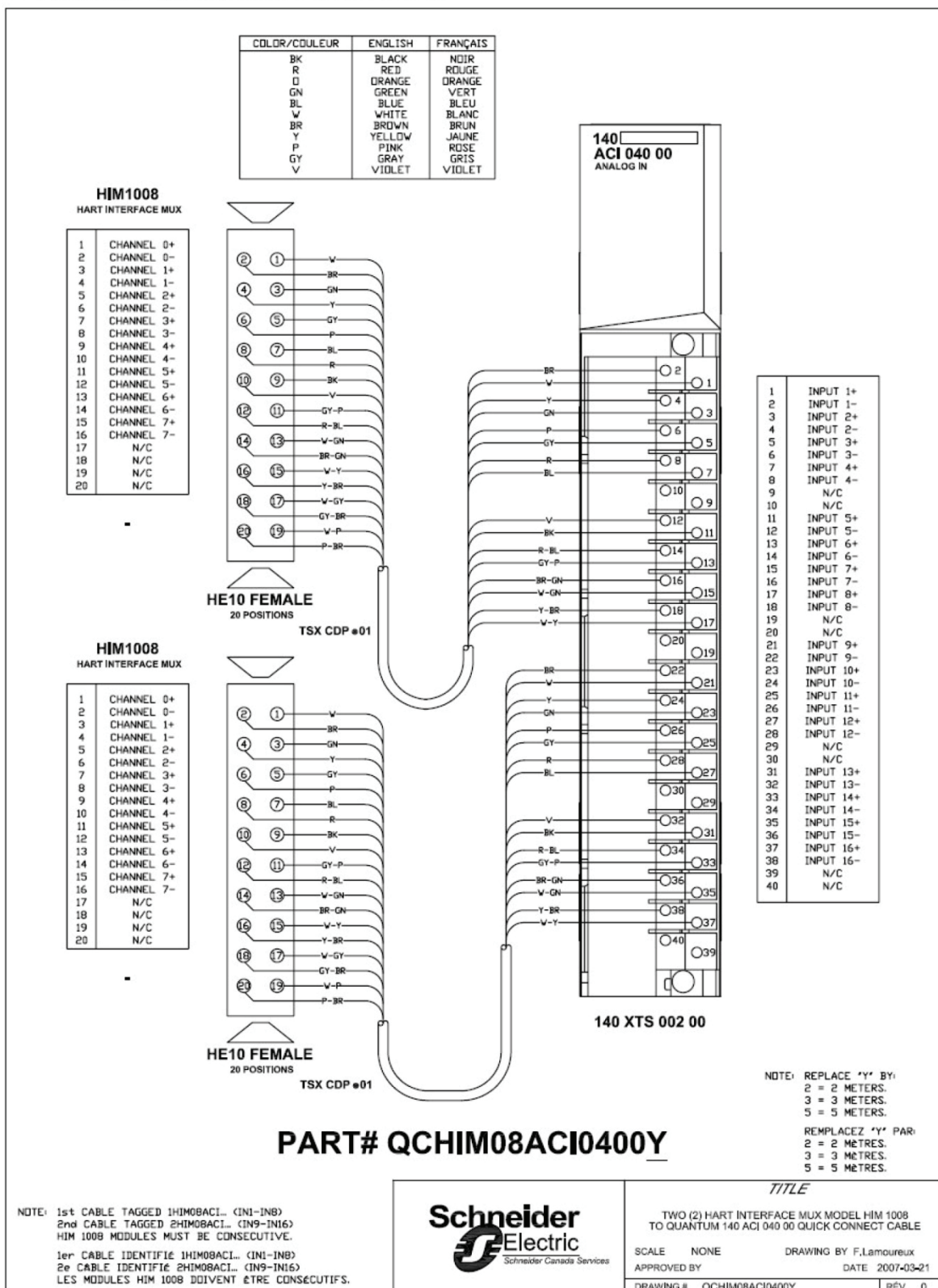
8.3.3 Smart valve




Caution: “Ch-x +24V” and “Ch-x GND” are the outputs of the internal Dc to Dc converter.

NOTE: Do not connect outside power to it. *Please refer to wiring diagram to connect external supply*

2.2 Quick Connect Cable for 140 ACI 040 00




ANEXO N.º XIV PRUEBAS FAT

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 1/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		


PRUEBAS DE CONTINUIDAD

EQUIPO O GRUPO	ORIGEN			EQUIPO O GRUPO	DESTINO			CONTINUIDAD			OBSERVACIONES					
	BORNERA	TERMINALES	TAG		BORNERA	TERMINALES	TAG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
X1	001	1	X1.1/PR2COM.L/N	PR2COM		L/N	PR2COM.L/NX1.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
		2	X1.2/PR2COM.N/PE			N/PE	PR2COM.N/PEX1.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
	003	1	X1.2X1.9	X1	002	9	X1.9X1.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	X1.1X1.3			3	X1.3X1.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
		4	X1.4X1.3			4	X1.3X1.4	<input checked="" type="checkbox"/>								
		4	X1.4X1.5			004	5	X1.5X1.4	<input checked="" type="checkbox"/>							
		6	X1.6X1.5				5	X1.5X1.6	<input checked="" type="checkbox"/>							
		7	X1.6X1.7				7	X1.7X1.6	<input checked="" type="checkbox"/>							
8	X1.8X1.7	8	X1.7X1.8	<input checked="" type="checkbox"/>												
000		1	000.1/PRICOM.L+	PRICOM		L+	PRICOM.L/000.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
		2	000.2/PRICOM.N+			N+	PRICOM.N/000.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
X2		1	000.2X2.5	X2	008	5	X2.5/000.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	000.1X2.1			1	X2.1/000.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
		2	X2.2X2.1			2	X2.1X2.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
		3	X2.2X2.3			010	3	X2.3X2.2	<input checked="" type="checkbox"/>							
4	X2.4X2.3	4	X2.3X2.4	<input checked="" type="checkbox"/>												
X3	012	1	X3.12/UCOM.L-	UCOM		L-	UCOM.L-X3.12	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	X3.1/UCOM.L+			L+	UCOM.L+X3.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
	014	3	1	X3.1X3.2	X3	013	2	X3.2X3.1	<input checked="" type="checkbox"/>							
			3	X3.3X3.2			3	X3.2X3.3	<input checked="" type="checkbox"/>							
			4	X3.3X3.4			4	X3.4X3.3	<input checked="" type="checkbox"/>							
			5	X3.5X3.4			5	X3.4X3.5	<input checked="" type="checkbox"/>							
			6	X3.6X3.6			017	6	X3.6X3.5	<input checked="" type="checkbox"/>						
			7	X3.7X3.6				7	X3.6X3.7	<input checked="" type="checkbox"/>						
			8	X3.7X3.8				8	X3.8X3.7	<input checked="" type="checkbox"/>						
			020	9			1	X3.9X3.8	X3	019	9	X3.8X3.9	<input checked="" type="checkbox"/>			
							10	X3.9X3.10			10	X3.10X3.9	<input checked="" type="checkbox"/>			
022	11	X3.11X3.10		021	11	X3.10X3.11	<input checked="" type="checkbox"/>									
X1	002	3	X1.3/TICOM.1	TICOM		1	TICOM.1/X1.3	<input checked="" type="checkbox"/>								
		L	RCOM.1/TICOM.2			2	TICOM.2/RCOM.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
RCOM		N	RCOM.N/X1.9	X1	9	9	X1.9/RCOM.N	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	T2COMA.1X1.4			003	4	X1.4/T2COMA.1	<input checked="" type="checkbox"/>							
T2COMA		2	T2COMA.2/VCOMA.1	VCOMA			1	VCOMA.1/T2COMA.2	<input checked="" type="checkbox"/>							
		10	X1.10/VCOMA.2			2	VCOMA.2/X1.10	<input checked="" type="checkbox"/>								
X1	003	4	X1.4/T2COMB.1	T2COMB		1	T2COMB.1/X1.4	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	VCOMB.1/T2COMB.2			2	T2COMB.2/VCOMB.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
VCOMB		2	VCOMB.2X1.10	X1	10	10	X1.10/VCOMB.2	<input checked="" type="checkbox"/>								
		L1	TCCOM.L1X1.5			004	X1.5/TCCOM.L1	<input checked="" type="checkbox"/>								
TCCOM		N	TCCOM.N/X1.11	X1	11	11	X1.11/TCCOM.N	<input checked="" type="checkbox"/>								
		21	SCOMA.21X1.6			005	6	X1.6/SCOMA.21	<input checked="" type="checkbox"/>							
SCOMA		22	SCOMA.22/HCOMA.1	HCOMA			1	HCOMA.1/SCOMA.22	<input checked="" type="checkbox"/>							
		X1	12			X1.12/HCOMA.3	3	HCOMA.3X1.12	<input checked="" type="checkbox"/>							
HCOMB	005	6	X1.6/SCOMB.21	SCOMB		21	SCOMB.21X1.6	<input checked="" type="checkbox"/>								
		1	HCOMB.1/SCOMB.22			22	SCOMB.22/HCOMB.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
UDNCOM		3	HCOMB.3X1.12	X1	12	12	X1.12/HCOMB.3	<input checked="" type="checkbox"/>								
		L	UDNCOM.LX1.7			006	X1.7/UDNCOM.L	<input checked="" type="checkbox"/>								
X2		N	UDNCOM.N/X1.13	UCOM		13	X1.13/UDNCOM.N	<input checked="" type="checkbox"/>								
		008	X2.1/UCOM.L			L	UCOM.LX2.1	<input checked="" type="checkbox"/>								
		5	X2.5/UCOM.N			N	UCOM.N/X2.5	<input checked="" type="checkbox"/>								
		009	X2.2/F1			SYNC	F1	F1/X2.2	<input checked="" type="checkbox"/>							
6	X2.6/F2	F2	F2/X2.6	<input checked="" type="checkbox"/>												

		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No:	UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 2/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas			


PRUEBAS DE CONTINUIDAD

EQUIPO O GRUPO	ORIGEN			DESTINO			CONTINUIDAD			OBSERVACIONES	
	BORNERA	TERMINALES	TAG	BORNERA	TERMINALES	TAG	P	F	NA		
X3	Q12	1	X3.1A/B1.4	UB1		4	UB1.4X3.1	<input checked="" type="checkbox"/>			
		12	X3.12UB1.3			3	UB1.3X3.12	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Q13	2	X3.2X11+B/R	X11	+	B/R	X11+B/RX3.2	<input checked="" type="checkbox"/>			
		13	X3.13X11+B/L			B/L	X11+B/LX3.13	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Q14	3	X3.3B1.S3.3F	PLCCOM-B1	S3	37	B1.S3.3X3.3	<input checked="" type="checkbox"/>			
		Q15	X3.4B1.S4.3F		S4		B1.S4.3X3.4	<input checked="" type="checkbox"/>			
		15	X3.4B1.S5.3F		S5		B1.S5.3X3.4	<input checked="" type="checkbox"/>			
		14	X3.14A21.1A2	X21	1	A2	X21.1.A2X3.14	<input checked="" type="checkbox"/>			
		15	X3.15A22.1A2	X22			X22.1.A2X3.15	<input checked="" type="checkbox"/>			
		15	X3.15A23.1A2	X23			X23.1.A2X3.15	<input checked="" type="checkbox"/>			
		Q16	5	X3.5HRT1COM.DC(θ)	HRT1COM		DC(θ)	HRT1COM.DC(θ)X3.5	<input checked="" type="checkbox"/>		
		16	X3.16HRT1COM.DC(θ)				DC(θ)	HRT1COM.DC(θ)X3.16	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Q17	6	X3.6HRT2COM.DC(θ)	HRT2COM		DC(θ)	HRT2COM.DC(θ)X3.6	<input checked="" type="checkbox"/>		
		17	X3.17HRT2COM.DC(θ)				DC(θ)	HRT2COM.DC(θ)X3.17	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Q18	7	X3.7SNCO M.2	SNCO M		2	SNCO M.2X3.7	<input checked="" type="checkbox"/>		
		18	X3.18SNCO M.3				3	SNCO M.3X3.18	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Q19	8	X3.8C1COM.10	C1COM		10	C1COM.10X3.8	<input checked="" type="checkbox"/>		
		19	X3.19C1COM.11				11	C1COM.11X3.19	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Q21	10	X3.10A21.15.11	X21	15	11	X21.15.11X3.10	<input checked="" type="checkbox"/>		
		21		X3.21F10	SYNC		F10	F10X3.21	<input checked="" type="checkbox"/>		
	X11	BR		X11.20B/R/R9	SYNC		R9	R9X11.20B/R	<input checked="" type="checkbox"/>		
GY			X11.20GY/R10			R10	R10X11.20GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
BR			X11.16BR/R13			R13	R13X11.16BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
GY			X11.16GY/R11			R11	R11X11.16GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
GY			X11.17GY/R12			R12	R12X11.17GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
BR			X11.18BR/R16			R16	R16X11.18BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
GY			X11.18GY/R14			R14	R14X11.18GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
GY			X11.19GY/R15			R15	R15X11.19GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
BR			X11.15BR/F3			F3	F3X11.15BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
GY			X11.15GY/F4			F4	F4X11.15GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
SYNC	F5	F5/F6			F5/F6	<input checked="" type="checkbox"/>					
X21	15	14	X21.15.14/F6			F6	F6X21.15.14	<input checked="" type="checkbox"/>			
X6	1		X6.1.O.1	X6	13 15	O.1	O.1X6.1	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3		X6.3.O.2			O.2	O.2X6.3	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2		X6.2.O.3			O.3	O.3X6.2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4		X6.4.O.4			O.4	O.4X6.4	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5		X6.5.O.7			O.7	O.7X6.5	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9		X6.9.O.7			O.7	O.7X6.9	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7		X6.7.O.8			O.8	O.8X6.7	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6		X6.6.O.9			O.9	O.9X6.6	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8		X6.8.O.10			O.10	O.10X6.8	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11		X6.11.O.10			O.10	O.10X6.11	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10		X6.10X6.13					X6.13X6.10	<input checked="" type="checkbox"/>		
	12		X6.12X6.15					X6.15X6.12	<input checked="" type="checkbox"/>		
	14		X6.14X2A.14				14	32A.14X6.14	<input checked="" type="checkbox"/>		
	16		X6.16X32A.24			32A.4		24	32A.4.24X6.16	<input checked="" type="checkbox"/>	
	1		X6.1X2A.14			32A		14	32A.14X6.1	<input checked="" type="checkbox"/>	
3		X6.3X2A.24	32A		24	32A.24X6.3	<input checked="" type="checkbox"/>				
5		X6.5X2A.14	32A.1		14	32A.1.14X6.5	<input checked="" type="checkbox"/>				
7		X6.7X2A.24	32A.1		24	32A.1.24X6.7	<input checked="" type="checkbox"/>				
9		X6.9X2A.24	32A.2		14	32A.2.14X6.9	<input checked="" type="checkbox"/>				
11		X6.11X2A.24	32A.2		24	32A.2.24X6.11	<input checked="" type="checkbox"/>				
13		X6.13X2A.3.14	32A.3		14	32A.3.14X6.13	<input checked="" type="checkbox"/>				
15		X6.15X2A.3.24	32A.3		24	32A.3.24X6.15	<input checked="" type="checkbox"/>				
X5	1		X5.1X2A.11	32A		11	32A.11X5.1	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2		X5.2X2A.21	32A		21	32A.21X5.2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3		X5.3X2A.1.11	32A.1		11	32A.1.11X5.3	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4		X5.4X2A.1.21	32A.1		21	32A.1.21X5.4	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5		X5.5X2A.2.11	32A.2		11	32A.2.11X5.5	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6		X5.6X2A.2.21	32A.2		21	32A.2.21X5.6	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7		X5.7X2A.3.11	32A.3		11	32A.3.11X5.7	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8		X5.8X2A.3.21	32A.3		21	32A.3.21X5.8	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9		X5.9X2A.4.11	32A.4		11	32A.4.11X5.9	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10		X5.10X2A.4.21	32A.4		21	32A.4.21X5.10	<input checked="" type="checkbox"/>			
	BL		X11-BL/R1.S1.9			9	B1.S1.9X11-BL	<input checked="" type="checkbox"/>			
1			X11.1GY#1.S1.1			1	B1.S1.1X11.1GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
2			X11.2GY#1.S1.2			2	B1.S1.2X11.2GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
3			X11.3GY#1.S1.3			3	B1.S1.3X11.3GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
4			X11.4GY#1.S1.4			4	B1.S1.4X11.4GY	<input checked="" type="checkbox"/>			
5			X11.5GY#1.S1.5			5	B1.S1.5X11.5GY	<input checked="" type="checkbox"/>			

		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.
Doc. No:	UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas			

PRUEBAS DE CONTINUIDAD

EQUIPO O GRUPO	ORIGEN		EQUIPO O GRUPO	DESTINO		CONTINUIDAD			OBSERVACIONES					
	BORNERA	TERMINALES		BORNERA	TERMINALES	P	F	NA						
X11	GY	X11.6GY#1.S1.6	PLCCOM - B1	S1	6	B1.S1.6X11.6GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.7GY#1.S1.7			7	B1.S1.7X11.7GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.8GY#1.S1.8			8	B1.S1.8X11.8GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.9GY#1.S1.11			11	B1.S1.11X11.9GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.10GY#1.S1.12			12	B1.S1.12X11.10GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.11GY#1.S1.13			13	B1.S1.13X11.11GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.12GY#1.S5114			14	B1.S1.14X11.12GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.13GY#1.S1.15			15	B1.S1.15X11.13GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.14GY#1.S1.16			16	B1.S1.16X11.14GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.15GY#1.S1.17			17	B1.S1.17X11.15GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.16GY#1.S1.18			18	B1.S1.18X11.16GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.17GY#1.S1.21			21	B1.S1.21X11.17GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.18GY#1.S1.22			22	B1.S1.22X11.18GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.19GY#1.S1.23			23	B1.S1.23X11.19GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.20GY#1.S1.24			24	B1.S1.24X11.20GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.21GY#1.S1.25			25	B1.S1.25X11.21GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.22GY#1.S1.26			26	B1.S1.26X11.22GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.23GY#1.S1.27			27	B1.S1.27X11.23GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.24GY#1.S1.28			28	B1.S1.28X11.24GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.25GY#1.S1.31			31	B1.S1.31X11.25GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.26GY#1.S1.32			32	B1.S1.32X11.26GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.27GY#1.S1.33			33	B1.S1.33X11.27GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.28GY#1.S1.34			34	B1.S1.34X11.28GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.29GY#1.S1.35			35	B1.S1.35X11.29GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.30GY#1.S1.36			36	B1.S1.36X11.30GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.31GY#1.S1.37			37	B1.S1.37X11.31GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X11.32GY#1.S1.38			38	B1.S1.38X11.32GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X12			BR, W, GY	X12+.BR.CH7.1	HRTICOM	CH7	1	CH7.1X12+.BR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
						X12.1W.CH1.3			3	CH1.3X12.1W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
						X12.1GY.CH1.4			4	CH1.4X12.1GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
						X12.2W.CH2.3			3	CH2.3X12.2W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
						X12.2GY.CH2.4			4	CH2.4X12.2GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
X12.3W.CH3.3	3		CH3.3X12.3W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.3GY.CH3.4	4		CH3.4X12.3GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.4W.CH4.3	3		CH4.3X12.4W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.4GY.CH4.4	4		CH4.4X12.4GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.5W.CH5.3	3		CH5.3X12.5W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.5GY.CH5.4	4		CH5.4X12.5GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.6W.CH6.3	3		CH6.3X12.6W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.6GY.CH6.4	4		CH6.4X12.6GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.7W.CH7.3	3		CH7.3X12.7W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.7GY.CH7.4	4		CH7.4X12.7GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.8W.CH8.3	3		CH8.3X12.8W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.8GY.CH8.4	4		CH8.4X12.8GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.9W.CH1.1	3		CH1.1X12.9W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.9GY.CH1.2	4		CH1.2X12.9GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.10W.CH2.1	3		CH2.1X12.10W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.10GY.CH2.2	4		CH2.2X12.10GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.11W.CH3.1	3		CH3.1X12.11W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.11GY.CH3.2	4		CH3.2X12.11GY	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.12W.CH4.1	3		CH4.1X12.12W	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>					
X12.12GY.CH4.2	4	CH4.2X12.12GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.13W.CH5.1	3	CH5.1X12.13W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.13GY.CH5.2	4	CH5.2X12.13GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.14W.CH6.1	3	CH6.1X12.14W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.14GY.CH6.2	4	CH6.2X12.14GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.15W.CH7.1	3	CH7.1X12.15W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.15GY.CH7.2	4	CH7.2X12.15GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.16W.CH8.1	3	CH8.1X12.16W	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X12.16GY.CH8.2	4	CH8.2X12.16GY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
X21	A1	X21.1.A1#2.S3.2	PLCCOM - B1	S3	2	B2.S3.2X21.1.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.2.A1#2.S3.4			4	B2.S3.4X21.2.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.3.A1#2.S3.6			6	B2.S3.6X21.3.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.4.A1#2.S3.8			8	B2.S3.8X21.4.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.5.A1#2.S3.12			12	B2.S3.12X21.5.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.6.A1#2.S3.14			14	B2.S3.14X21.6.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.7.A1#2.S3.16			16	B2.S3.16X21.7.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.8.A1#2.S3.18			18	B2.S3.18X21.8.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.9.A1#2.S3.22			22	B2.S3.22X21.9.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.10.A1#2.S3.24			24	B2.S3.24X21.10.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
		X21.11.A1#2.S3.26			26	B2.S3.26X21.11.A1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELÉCTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No:	UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 4/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas			

PRUEBAS DE CONTINUIDAD


EQUIPO O GRUPO	BONNERA	TERMINALES	ORIGEN		EQUIPO O GRUPO	BONNERA	TERMINALES	DESTINO		CONTINUIDAD			OBSERVACIONES						
			TAG	TAG				TAG	TAG	P	F	NA							
										<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
			X21.12.A/V/R2.S3.28					28	B2.S3.28X21.12.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X21.13.A/V/R2.S3.32					32	B2.S3.32X21.13.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X21.14.A/V/R2.S3.34					34	B2.S3.34X21.14.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X21.15.A/V/R2.S3.36					36	B2.S3.36X21.15.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X21.16.A/V/R2.S3.38					38	B2.S3.38X21.16.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.1.A/V/R2.S4.2					2	B2.S4.2X22.1.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.2.A/V/R2.S4.4					4	B2.S4.4X22.2.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.3.A/V/R2.S4.6					6	B2.S4.6X22.3.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
X22	A1		X22.4.A/V/R2.S4.8		PLCCOM - B1	S4		8	B2.S4.8X22.4.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.5.A1/R2.S4.12					12	B2.S4.12X22.5.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.6.A1/R2.S4.14					14	B2.S4.14X22.6.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.7.A1/R2.S4.16					16	B2.S4.16X22.7.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.8.A1/R2.S4.18					18	B2.S4.18X22.8.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.9.A1/R2.S4.22					22	B2.S4.18X22.9.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.10.A/V/R2.S4.24					24	B2.S4.18X22.10.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.11.A/V/R2.S4.26					26	B2.S4.18X22.11.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.12.A/V/R2.S4.28					28	B2.S4.28X22.12.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.13.A/V/R2.S4.32					32	B2.S4.32X22.13.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.14.A/V/R2.S4.34					34	B2.S4.34X22.14.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.15.A/V/R2.S4.36					36	B2.S4.36X22.15.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X22.16.A/V/R2.S4.38					38	B2.S4.38X22.16.A1	<input checked="" type="checkbox"/>									
			X23	A1					X23.1.A/V/R2.S5.2		PLCCOM - B1	S5		2	B2.S5.2X23.1.A1	<input checked="" type="checkbox"/>			
									X23.2.A/V/R2.S5.4					4	B2.S5.4X23.2.A1	<input checked="" type="checkbox"/>			
									X23.3.A/V/R2.S5.6					6	B2.S5.6X23.3.A1	<input checked="" type="checkbox"/>			
X23.4.A/V/R2.S5.8		8			B2.S5.8X23.4.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.5.A1/R2.S5.12		12			B2.S5.12X23.5.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.6.A1/R2.S5.14		14			B2.S5.14X23.6.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.7.A1/R2.S5.16		16			B2.S5.16X23.7.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.8.A1/R2.S5.18		18			B2.S5.18X23.8.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.9.A1/R2.S5.22		22			B2.S5.18X23.9.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.10.A/V/R2.S5.24		24			B2.S5.18X23.10.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.11.A/V/R2.S5.26		26			B2.S5.18X23.11.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.12.A/V/R2.S5.28		28			B2.S5.28X23.12.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.13.A/V/R2.S5.32		32			B2.S5.32X23.13.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.14.A/V/R2.S5.34		34			B2.S5.34X23.14.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.15.A/V/R2.S5.36		36			B2.S5.36X23.15.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													
X23.16.A/V/R2.S5.38		38			B2.S5.36X23.16.A1	<input checked="" type="checkbox"/>													

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR

EEO

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 5/14
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

CHEQUEO DE DOCUMENTACIÓN


ITEM	VERIFICACIÓN DEL DOCUMENTO	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	PLANOS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	MANUALES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR
EEQ

P= PASA(PASS); F= FALLA(FAIL); NA= NO APLICABLE (NOT APPLICABLE)

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 6/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

CHEQUEO DE EXISTENCIA DE HARDWARE Y SOFTWARE

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	CHEQUEO DE HARDWARE	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	CHEQUEO DE LICENCIAS Y VERSIONES DEL SOFTWARE	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
3	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	


 REVISADO POR:

 APROBADO POR:

 FISCALIZADOR

EEO

P= PASA(PASS); F= FALLA(FAIL); NA= NO APLICABLE (NOT APPLICABLE)

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 7/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

INSPECCIÓN MECÁNICA


ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	ENTRADA DEL CABLE, SOPORTE DE BARRAS Y ACCESORIOS (ABRAZADERAS, ETC)	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	ETIQUETADO, IDENTIFICACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
3	MONTAJE DE COMPONENTES Y MODULOS, MONTAJE DE LAMPARAS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
4	CONEXIONES ATORNILLADAS, CONEXIONES CON TERMINALES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
5	CONEXIÓN A TIERRA, ENLACES EQUIPOTENCIALES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
6	PROTECCIÓN DE DESCARGAS ELÉCTRICAS, ETIQUETAS DE PELIGRO	<input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> NA	
7	CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO DE LOS VENTILADORES, CONSTRUCCIÓN DEL GABINETE	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
8	CAPACIDAD DE RESERVA	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR

EEQ

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 8/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

INSPECCIÓN DE CABLEADO, CONEXIONADO Y TERMINACIONES


ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	CONEXIÓN Y CABLEADO DE CIRCUITOS INTERNOS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	FUSIBLES, BREAKERS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
3	ETIQUETADO, IDENTIFICACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
4	SEGREGACIÓN DE LINEAS, COLORES, CRUCE DE SECCIONES, VOLTAJES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
5	INSPECCIÓN DEL REMACHADO DE TERMINALES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
6	PRUEBA DE TIRÓN SOBRE EL REMACHE DEL TERMINAL	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
7	PORCENTAJE DE OCUPACION DE CANALETAS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
8	VO CONEXIÓN A TERMINALES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
9	ORIENTACIÓN DE PLUGS. DE CABLES DEL SISTEMA	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
10	PRUEBA DE AISLAMIENTO DEL VOLTAJE DEL SISTEMA	<input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> NA	

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR
EEO

P= PASA (PASS); F= FALLA (FAIL); NA= NO APLICABLE (NOT APPLICABLE)

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 9/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

PRUEBAS DE ARRANQUE Y FUNCIONES GENERALES DEL SISTEMA

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	NUEVO ENCENDIDO (STOP/START)	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	CAMBIO EN LINEA	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
3	DURACIÓN DEL CICLO DEL CONTROLADOR	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
4	TIEMPO DE ENCENDIDO DEL DISPLAY	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
5	TIEMPO DE ACTUALIZACIÓN DE VALORES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
6	PORCENTAJE DE USO DEL SISTEMA (CAPACIDAD DE MEMORIA, CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, ETC)	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
7	ESTRATEGIA Y NIVELES DE ACCESO	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
8	ESTRATEGIA Y RECONOCIMIENTO DE PROCESAMIENTO DE ALARMAS	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
9	COMUNICACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	


REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR


EEQ

P= PASA(PASS); F= FALLA(FAIL); NA= NO APLICABLE(NOT APPLICABLE)

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 10/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE PUENTES


ORIGEN		DESTINO		CONTINUIDAD			OBSERVACIONES
GRUPO	TERMINAL	GRUPO	TERMINAL	P <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/>	NA <input checked="" type="checkbox"/>	
X1	9	X1	10	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10		11	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11		12	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12		13	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13		14	<input checked="" type="checkbox"/>			
X2	5	X2	6	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6		7	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7		8	<input checked="" type="checkbox"/>			
X3	12	X3	13	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13		14	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14		15	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15		16	<input checked="" type="checkbox"/>			
	16		17	<input checked="" type="checkbox"/>			
	17		18	<input checked="" type="checkbox"/>			
	18		19	<input checked="" type="checkbox"/>			
	19		20	<input checked="" type="checkbox"/>			
	20		21	<input checked="" type="checkbox"/>			
X6	1	X6	2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3		4	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5		6	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7		8	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9		10	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11		12	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13		14	<input checked="" type="checkbox"/>			
X11	15	X11	16	<input checked="" type="checkbox"/>			
	(+)BR		1BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	1BR		2BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2BR		3BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3BR		4BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4BR		5BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5BR		6BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6BR		7BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7BR		8BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8BR		9BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9BR		10BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10BR		11BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11BR		12BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12BR		13BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13BR		14BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14BR		15BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15BR		16BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	16BR		17BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	17BR		18BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	18BR		19BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	19BR		20BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	20BR		21BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	21BR		22BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	22BR		23BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	23BR		24BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	24BR		25BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	25BR		26BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	26BR		27BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	27BR		28BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	28BR		29BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	29BR		30BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	30BR		31BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
31BR	32BR	<input checked="" type="checkbox"/>					

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 11/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE PUENTES

ORIGEN		DESTINO		CONTINUIDAD			OBSERVACIONES
GRUPO	TERMINAL	GRUPO	TERMINAL	P <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/>	NA <input checked="" type="checkbox"/>	
X12	(+)BR	X12	1BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	1BR		2BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2BR		3BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3BR		4BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4BR		5BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5BR		6BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6BR		7BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7BR		8BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8BR		9BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9BR		10BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10BR		11BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11BR		12BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12BR		13BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13BR		14BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14BR		15BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15BR		16BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
	16BR		17BR	<input checked="" type="checkbox"/>			
X21	1.A2	X21	2.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2.A2		3.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3.A2		4.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4.A2		5.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5.A2		6.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6.A2		7.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7.A2		8.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8.A2		9.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9.A2		10.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10.A2		11.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11.A2		12.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12.A2		13.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13.A2		14.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14.A2		15.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15.A		16.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
X22	1.A2	X22	2.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2.A2		3.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3.A2		4.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4.A2		5.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5.A2		6.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6.A2		7.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7.A2		8.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8.A2		9.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9.A2		10.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10.A2		11.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11.A2		12.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12.A2		13.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13.A2		14.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14.A2		15.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15.A2		16.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
X23	1.A2	X23	2.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	2.A2		3.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	3.A2		4.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	4.A2		5.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	5.A2		6.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	6.A2		7.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	7.A2		8.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	8.A2		9.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	9.A2		10.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	10.A2		11.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	11.A2		12.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	12.A2		13.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	13.A2		14.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	14.A2		15.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	15.A2		16.A2	<input checked="" type="checkbox"/>			

≡ PASA (PASS); F= FALLA (FAIL); NA= NO APLICABLE (NOT APPLICABLE)

		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ		Hoja N° 12/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas			

PRUEBAS DE MEDICION DE VOLTAJE


VOLTAJE				COMUN				VALOR DEL VOLTAJE	P	F	NA	OBSERVACIONES		
GRUPO	BORNERA	TERMINALES	TAG	GRUPO	BORNERA	TERMINALES	TAG		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
VOLTAJE EN ALTERNA MONOFASICA 120VAC														
PR2COM		L/N	PR2COM L/N/Q205.2 PR2COM L/N/X1.1	PR2COM		N/PE	PR2COM N/PE/Q205.1 PR2COM N/PE/X1.2	120 VAC 120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
X1	Q01	1	X1.1/X1.3	X1	2		X1.2/X1.9	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q02	3	X1.3/X1.1		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q03	4	X1.4/X1.3		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q04	5	X1.5/X1.4		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q05	6	X1.6/X1.5		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q06	7	X1.7/X1.6		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q07	8	X1.8/X1.7		9		X1.9/X1.2	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q02	3	X1.3/T1COM.1		RCOM	N		RCOM.N/X1.9	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Q03	4	X1.4/T2COMA.1		VCOMA	2		VCOMA.2/X1.10	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>				
			X1.4/T2COMB.1		VCOMB	2		VCOMB.2/X1.10	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>				
Q05	6	X1.6/5COMA.21	HCOMA	3		HCOMA.3/X1.12	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>						
		X1.6/5COMB.21	HCOMB	3		HCOMB.3/X1.12	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>						
TCCOM		L1	TCCOM L1/X1.5	TCCOM		N	TCCOM N/X1.11	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
UDNCOM		L	UDNCOM L/X1.7	UDNCOM		N	UDNCOM N/X1.13	120 VAC	<input checked="" type="checkbox"/>					
VOLTAJE EN CONTINUA 120VDC														
PR1COM		L	PR1COM L/Q109.2 PR1COM L/Q00.1	PR1COM		N	PR1COM N/Q109.1 PR1COM N/Q00.2	125 VDC 125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
X2	Q08	1	X2.1/Q00.1	X2	5		X2.5/Q00.2	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q09	2	X2.2/X2.1		5		X2.5/Q00.2	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q10	3	X2.3/X2.2		5		X2.5/Q00.2	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q11	4	X2.4/X2.3		5		X2.5/Q00.2	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
UCOM		L	UCOM L/X2.1	UCOM		N	UCOM N/X2.5	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
SYNC		F1	F1/X2.2	SYNC		F2	F2/X2.6	125 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
VOLTAJE EN CONTINUA 24VDC														
X3	Q12	1	X3.1/UCOM.L+	X3	12		X3.12/UCOM.L-	24VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q13	2	X3.2/X3.1		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q14	3	X3.3/X3.2		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q15	4	X3.4/X3.3		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q16	5	X3.5/X3.4		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q17	6	X3.6/X3.5		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q18	7	X3.7/X3.6		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q19	8	X3.8/X3.7		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q20	9	X3.9/X3.8		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q21	10	X3.10/X3.9		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Q22	11	X3.11/X3.10		12		X3.12/UCOM.L-	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
UB1		4	UB1.4/X3.1	UB1		3	UB1.3/X3.12	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
X11		+	BR X11.+ BR/X3.2	X11		+	BL X11.+ BL/X3.13	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
PLCOM - B1	S3	37	B1.S3.37/X3.3	X21	1	A2	X21.1.A2/X3.14	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
	S4		B1.S4.37/X3.4	X22			X22.1.A2/X3.15	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
HRT1COM		DC(+)	HRT1COM.DC(+)/X3.5	HRT1COM		DC(-)	HRT1COM.DC(-)/X3.16	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
HRT2COM		DC(+)	HRT2COM.DC(+)/X3.6	HRT2COM		DC(-)	HRT2COM.DC(-)/X3.17	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
								24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
SWCOM		2	SWCOM.2/X3.7	SWCOM		3	SWCOM.3/X3.18	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
C1COM		10	C1COM.10/X3.8	C1COM		11	C1COM.11/X3.19	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
C2COM		7	C2COM.7/X3.9	C2COM		8	C2COM.8/X3.20	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
C3COM		7	C3COM.7/X3.9	C3COM		8	C3COM.8/X3.20	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
C4COM		7	C4COM.7/X3.9	C4COM		8	C4COM.8/X3.21	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					
TSCOM		+	TSCOM.+/X3.10	TSCOM		-	TSCOM.-/X3.21	24 VDC	<input checked="" type="checkbox"/>					

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR

EEO

	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN CENTRALES EMPRESA ELECTRICA QUITO	 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.
Doc. No: UMC-CUMB-G-LA-SG-401	LISTA DE CHEQUEO DE PRUEBAS FAT DEL TABLERO DE PLC COMUN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CUMBAYÁ	Hoja N° 13/13
Unidad de Modernización de Centrales Eléctricas		

PRUEBAS DE COMUNICACIONES

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE PRUEBA			OBSERVACIONES
1	Device Net	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
2	Simulación Device Net	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
3	Modbus	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
4	Simulación Modbus	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
5	Modbus plus	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
6	Simulación Modbus plus	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
7	Ethernet	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
8	Simulación Ethernet	<input checked="" type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
9	DNP3	<input type="checkbox"/> P	<input checked="" type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
10	Simulación DNP3	<input type="checkbox"/> P	<input checked="" type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> NA	
11	Comunicación entre Backplane	<input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> NA	

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZADOR
EEO