

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Comisión Federal de Electricidad
(CFE)

REPORTE

“RESIDENCIA PROFESIONAL”

“REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN DE LOS SERVICIOS PROPIOS
DE LA C. H. MALPASO”

AREA:

PROTECCIÓN Y MEDICIÓN

ASESORES:

INTERNO: DOC. RAFAEL MOTA GRAJALES

EXTERNO: ING. EDSON OTHON BENAVIDEZ OVANDO

Presenta:

Ramírez Reynoso Euvinio
Sánchez Maza Karen Cecilia

Contenido

1. Introducción	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Estado del Arte	7
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos	10
1.5 Metodología; diagrama a Bloques Hardware y Software	11
2. Fundamento Teórico	18
2.1 Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso	18
2.2 Servicios auxiliares	18
2.3 Unidades auxiliares	18
2.4 Bloqueo de Interruptores	18
2.5 Bloqueo por contactos auxiliares de otro u otros interruptores	19
2.6 Bloqueo por contactos de relés de tensión, son de dos tipos	19
2.7 Compuerta NOT (NO)	19
2.8 Compuerta AND (Y)	20
2.9 Compuerta OR (O)	20
2.10 Bus de Servicios Propios	21
2.11 Análisis de Corto Circuito	21
2.12 Corto circuito	22
2.13 Cálculo de Líneas Eléctricas	22
2.14 Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso	22
2.15 Servicios Auxiliares de la Central Hidroeléctrica Malpaso	22
2.16 Modernización de los Servicios Auxiliares	22
2.17 Transformador de Corriente	23
2.18 Criterios generales para el diseño y selección de transformadores de corriente	23
2.19 Interruptor Magnum DS/ SB	24
2.20 Relé de bajo voltaje	24
2.21 Selector de dos posiciones	24
2.22 Relevador Auxiliar de bloqueo Sostenido	24
3. Desarrollo	25
4. Resultados y Conclusiones	42



Referencias Bibliográficas..... 62

Anexos 64

Glosario..... 90

Rehabilitación y Modernización del Esquema de Control y Protección de los Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Central Hidroeléctrica Malpaso. Es el nombre de una de las Plantas Hidroeléctricas más importantes y de mayor capacidad en la República Mexicana. La Central Hidroeléctrica Malpaso se ubica sobre la cuenca más importante de Generación Hidroeléctrica del País, el Río Grijalva, a 125 Km. De la ciudad de Cárdenas, Tabasco y a 80 Km. de la Cd. de Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

La cuenca de este río se inicia en la vecina República de Guatemala y se interna en nuestro País en la región denominada "Alto Grijalva" en el Estado de Chiapas. Desciende posteriormente hacia la planicie del Estado de Tabasco, ahora con el nombre de "Bajo Grijalva" hasta la zona de la Chontalpa, donde desemboca en el Golfo de México.

La Central Hidroeléctrica Malpaso fue construida en 1960 con una estructura para seis Unidades Generadoras, esto a su vez se dividió en dos etapas, en la primera etapa se instalan cuatro Unidades de la marca ASEA de 180 MW por Unidad y en 1969 se ponen en marcha, de tal manera que durante el periodo de operación, se observó que el vaso en que se almacena el agua, tiene la capacidad para poder instalar las dos Unidades más.

Para los años 1977 y 1978, se instalan las dos Unidades de la misma marca y capacidad y características similares, porque además de operarlo como Generador, se puede usar como Condensador, (para consumir reactivos en Var's) según sea el caso, de la demanda de potencial en el Sistema Nacional; de esa forma entra en función la segunda etapa, hasta hoy día.

Actualmente se cuenta con las seis Unidades trabajando con un total de 1,080 MW instalados. Sin embargo para que la Central Hidroeléctrica, es decir Casa de Máquinas esté en condiciones de operación, cuenta con sus Servicios Propios, y esto a su vez está compuesto, por los Servicios Auxiliares de las Unidades, Alumbrado, Servicios Generales, Aire Acondicionado y con ello se mantienen las condiciones operativas de la Central.

De esta manera el personal puede maniobrar y realizar sus actividades correspondientes. Para esto, se cuenta con la alimentación del exterior (Circuito 4030 y 4020) de 13.8 KV a 440 V hacia un Transformador reductor de la marca DEEMSA, respectivamente, ubicado

en el interior de la Central y de este se extrae la alimentación para cada equipo que compone los Servicios Propios por medio de sus interruptores respectivos.

De estos circuitos dependen las condiciones operativas de la central, por lo tanto debe contar con la confiabilidad correspondiente, que actualmente no se tiene, además tomando en cuenta los momentos que enfrenta la Planta cuando se disparan los interruptores del cual depende ésta alimentación que normalmente se da por las condiciones Meteorológicas.

Por ser una zona donde normalmente las lluvias y rayos afecta consecutivamente; hasta hoy día los disparos se han dado por estas condiciones y cabe mencionar, también cuando las Unidades Generadoras, se encuentran conectadas al Sistema Nacional por la demanda de potencial, y por alguna eventualidad ocurren disparos.

En los registros se señalan las fallas ocurridas en los últimos 3 años, una de ellas sucedió el mes de Septiembre del 2012, en el año siguiente, el 14 de Mayo del 2013, seguido el 2 de Junio del mismo año 2013, se registran las dos últimas fallas. Estas fueron ocasionadas por fuertes lluvias y descargas atmosféricas. Esto se debe a las condiciones antes mencionadas y por la zona Geográfica en que se encuentra ubicada la Central.

Cuando ocurren, incidentes como estos se cuenta con las fuentes principales de las Unidades, desde la Unidad 1 hasta la Unidad 6 y las Unidades Auxiliares Diésel (IGSA) e Hidráulica a través de los interruptores principales (52SP1, 52SP2, 52SP3, 52SP4, 52SP5, 52SP6, 52IGSA1, 52IGSA2, 52GA1 Y 52GA2) respectivamente, se puede alimentar y recuperar los Servicios Propios de la Central.

El perder potencial para los Servicios Auxiliares es una condición crítica (para las Unidades Generadoras) por que la Unidad presenta incrementos de Temperatura en chumaceras donde el flujo de aceite depende de bombas de circulación, la pérdida de presión del sistema de regulación, dependen de las bombas y compresores, por lo que está expuesto a un Paro Forzado.

Cuando ocurre estas contingencias el Operador en Turno, deberá actuar para recuperar los Servicios por medio de una fuente entrante. Este debe asegurarse previamente a las maniobras de recuperación, que no exista potencial en los circuitos 4030 y 4020, y en los buses además que los interruptores de estos estén abierto para evitar otro incidente.

Una vez realizado lo anterior el Operador debe elegir la fuente principal más conveniente y cerrar el interruptor correspondiente. En caso contrario existe alto riesgo de provocar un accidente eléctrico que puede ocasionar daños a equipos y en el caso más extremo al

personal; debido a la baja confiabilidad de los estados de interrupción del interlock (lógica de interruptores).

Lo trascendente del proyecto. Actualmente cada Unidad cuenta con un bus respectivamente, por lo tanto damos apertura a la modernización con la mejora de la estructura, una forma de solución es a través de un arreglo “H” con los interruptores que tienen los Servicios Propios y los que se necesita para este arreglo, obviamente con su respectiva lógica de interlock.

Otra forma de mejorar esta problemática es con un arreglo de “DOBLE BUS,” es decir dos buses, para las 6 unidades, de modo que cada uno de los Servicios que integran a Servicios Propios, dependerán completamente de este arreglo y su respectiva lógica de interruptores.

El proyecto es Modernizar y Simplificar el Sistema de apertura y cierre de los interruptores, y hacer más confiable; así mismo modernizar los estados de interrupción de interlock que restablezca los servicios propios con mayor confiabilidad para el personal y para los equipos eléctricos. Una vez analizado estos arreglos y por sus beneficios ofrecidos tanto ambiental y económico para la empresa, se toma la decisión de trabajar con el arreglo de “DOS BUSES”.

1.2 Estado del Arte

En el estado de Chiapas por sus valiosas vertientes de aguas, tenemos la fortuna de contar con otras Plantas Hidroeléctricas, donde podemos realizar el famoso Benchmarking.

(PRESENTACION CFE, JULIO 2013) Tiene ocho Unidades Generadoras. Para alimentar sus servicios propios cuenta con un arreglo “H”. Los beneficios de este arreglo principalmente es que tiene dos buses independientes y un interruptor de transferencia que une a estos, las unidades pueden autoabastecer sus Servicios Auxiliares por sí mismas y por medio de un interruptor de enlace por otra unidad, cuenta con interruptores de amarre para alimentar las cagas que permiten la flexibilidad para hacer mantenimiento a los demás interruptores.

(PRESENTACION CFE, JULIO 2013)” Ostoacan, CHIAPAS La Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo (Peñitas) ubicada en el Municipio de Ostoacan Chiapas, cuenta con 4 Unidades Generadoras y para mantener potencial en sus Servicios Propios cuentan con un arreglo “H” sabiendo los beneficios y ventajas, que este arreglo ofrece, también es necesario conocer que presenta desventajas.

Las desventajas que ha presentado este arreglo es el incremento de costos por su infraestructura y es más susceptible a fallas por apertura y cierre de interruptores, y para la instalación requiere de mayores espacios físicos. En el caso de otras Centrales, los arreglos que tienen para alimentar sus Servicios Propios son a beneficios de la misma.

Lo que se propone como proyecto para la mejora de la Central Hidroeléctrica Malpaso es modernizar el esquema de control y protección de los Servicios Propios realizando modificaciones en la arquitectura y diseño para mayor confiabilidad en el sistema de apertura y cierre de los interruptores que alimentan al bus de Servicios Propios, mediante un arreglo doble bus, así mismo elaborando su respectivo interlock (lógica de interruptores) para recuperar el potencial de forma automática y confiable en cualquier eventualidad.

1.3 Justificación

La Central Hidroeléctrica Malpaso no cuenta con ningún sistema automático para la apertura y cierre de interruptores de Servicios Propios por lo que las intervenciones se realizan en forma manual esto representa un riesgo debido a que el operador tiene que realizar maniobras para restaurar el Servicio en un tiempo mínimo equivalente a 2 minutos.

En caso contrario, si el personal no realiza el procedimiento del modo correcto en tiempo y forma, el resultado puede ser más drástico, debido a la ausencia de voltaje para alimentar los Servicios Propios, sobre todo como se mencionó los Servicios Auxiliares de cada Unidad pueden ocasionar un paro completo y además se conoce como para forzado, lo cual equivale a pérdidas económicas para la empresa.

Sin embargo como en los Servicios Auxiliares se encuentran las bombas de regulación, bombas de circulación, compresores, extractor de polvo de balatas, etc., y estos solo cumplen su función de trabajo cuando están alimentados, de lo contrario la Unidad comienza a presentar incrementos de temperatura, así mismo la pérdida de presión del sistema de regulación entre otros.

Dentro del impacto social más destacado podemos encontrar el permanente y constante suministro de energía eléctrica a la población y además al Sistema Nacional, sin tener ningún problema en la central Generadora, por el otro lado tenemos la seguridad del personal de trabajo en turno, para que cuando ocurra un disparo se eviten daños a los equipos de las Unidades Auxiliares.

Con el proyecto se va a disminuir el error y en el mejor de los casos eliminar este problema para evitar accidentes al personal así como también que se dañen los equipos y estructuras por estos disparos y por las maniobras riesgosas que realiza el personal.

Dentro del impacto económico podemos hacer mención como empresa no es nada conveniente que perdamos o dejemos de tener potencial para alimentar a la población, de lo contrario equivale a pérdidas bastante grandes para la Comisión Federal de Electricidad y esto es lo que menos se desea y se espera.

Ahora bien la parte de ingeniería y sustentabilidad es mejor vista, en el ahorro económico por que la lógica a desarrollar puede ser aplicada a los interruptores actuales, o también pueden ser aplicada al interruptor que el responsable desee, porque es una lógica amigable, es decir puede acomodarse a interruptores de la misma capacidad, y marcas diferentes; por si se requiere a futuro realizar algún cambio de los mismos.

Por lo tanto esto puede aún mejorarse, a través de la tecnología que esta de nuestro favor, es decir usando una lógica difusa, (un control inteligente) que aún puede ser más sofisticado, que en su momento tendrá un alcance más eficiente, debido las condiciones que este sistema puede ofrecer, simplemente que se requiere de fijar y estandarizar las entradas y salidas, y sobre todo lo difuso.

Esto ayudara a que se tenga menores problemas y más soluciones a incidentes. Para tener el control hasta el cuidado del medio ambiente, que es una parte que siempre deseamos fortalecer y sobre toda hacer prioritario y que el énfasis no solo sea un proyecto como tal si no que siempre tengamos en cuenta la sustentabilidad.

Por esa razón queremos que cuando ocurra un Disparo de éste Circuito exterior, se pueda cerrar el interruptor más conveniente para alimentar Servicios Propios y se podrá hacer de manera Automática por medio de un PLC donde se encontrara la lógica de los interruptores, también se podrá hacer de forma manual, (operador) si así se desea bien puede ser por algún mantenimiento o revisión de la lógica.

Con ésta mejora se agilizará y se aumentará la respuesta de cambio de los Servicios evitando disparos y paros forzados de las Unidades Generadoras por falta de indisponibilidad en sus equipos Auxiliares. Además el oparador tendrá mediciones confiables de cada uno de los circuitos asegurando que se realicen maniobras correctas por parte del operador.

1.4 Objetivos

Diseñar y construir un sistema Automático para la apertura y cierre de los interruptores con el cual se restablezca los servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso, de tal manera que el operador ya no actué en el restablecimiento de estos y el tiempo de respuesta se vea minimizado. Utilizando equipos de Tecnología Digital que interactúen con el PLC.

Objetivos específicos.

- ✓ Analizar las cargas que están conectadas en los Servicios Propios, y hacer un análisis del tiempo que están en Servicio y sobre todo los Servicios Auxiliares.
- ✓ Realizar simulación para cálculo de corto circuito a través del Software EASYPOWER
- ✓ Realizar trabajos de ingeniería para la lógica de interlock, y de esta forma asegurar que la Fuente Alimentadora pueda cerrar de forma correcta.
- ✓ Se instalaran Medidores de Energía en las Fuentes Alimentadoras (Servicios del Exterior, SP1-SP6, Unidades Diésel e Hidráulica) de igual forma en los circuitos que componen a los Buses (Servicios Auxiliares, Alumbrado, Servicios Generales y Aire Acondicionado) estos medidores enviaran la información por medio de un Procesador de Comunicaciones hacia el PLC, el cual realizara Rutinas de Supervisión de Medición y podrá determinar la situación que tenga presente, y en caso de una eventualidad en los Servicios Propios también pueda determinar el cierre del interruptor con la fuente disponible.
- ✓ Como los equipos de medición, cuentan con un software para el análisis del comportamiento de las cargas que está midiendo, tomaremos las mediciones de valores Mínimos y Máximos de Voltaje, Corriente, Potencia, etc. En este caso el comportamiento de Motores de los Compresores y Bombas de Servicios Auxiliares y Generales.
- ✓ Instalar relevadores de bajo voltaje en fuentes exteriores, fuentes principales y en buses.
- ✓ Instalar TC'S para los circuitos del exterior.

1.5 Metodología; diagrama a Bloques Hardware y Software

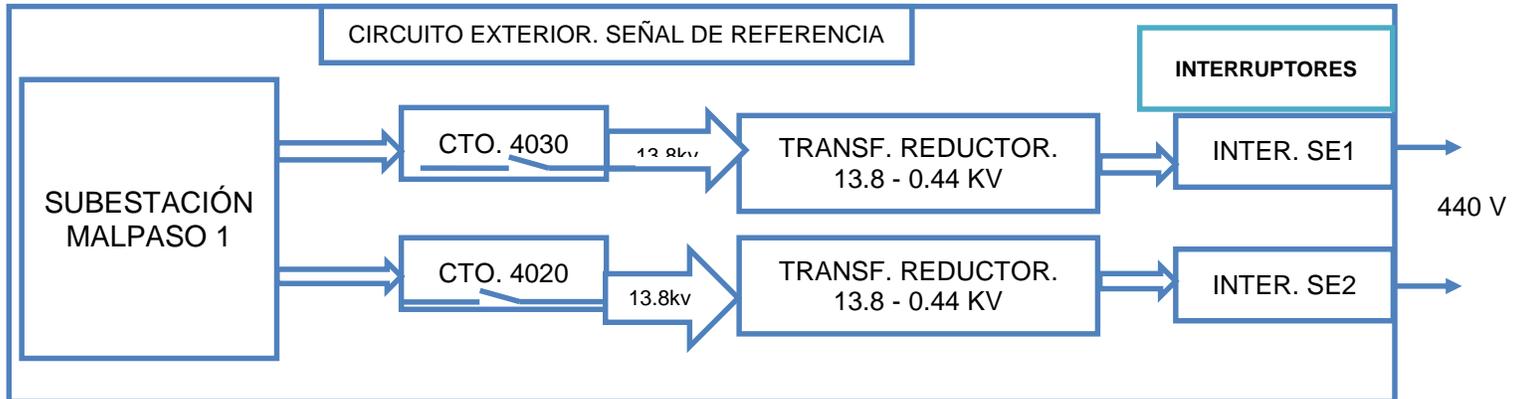


Figura 1.5.1 Señal de referencia del exterior

Este diagrama a bloques nos permite ver de dónde se toma los circuitos exteriores de 13.8 KV con el cual se alimenta Servicios Propios de casa de máquinas, de la Central Hidroeléctrica Malpaso, desde la subestación, dos circuitos que se conoce como circuito 4020 y 4030; ambos llegan a un transformador reductor respectivamente de la marca DEEMSA que en la salida obtenemos 440 V y estos van a los interruptores principales que alimentan a los buses actualmente.

De la misma manera se presenta un diagrama donde se puede observar que las Unidades Generadoras tiene su propio transformador reductor de la marca DEEMSA, que en la salida se obtiene 440 V, considerando estos parámetros, llegan a interruptores principales de la marca Aeton Coller que se conocen como interruptores de Servicios Propios respectivamente.

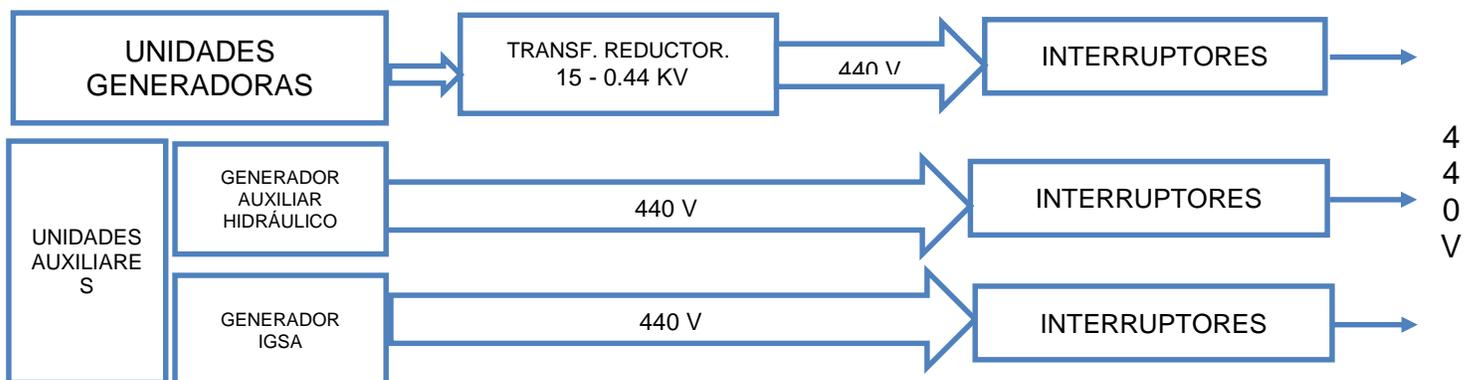


Figura 1.5.2 Señal de referencia de las Unidades Principales y Auxiliares

Por lo tanto una vez teniendo una idea general de cómo se obtiene la señal de referencia de 440 V, es más fácil comprender el diagrama general del hardware que se presenta en seguida.

a) hardware

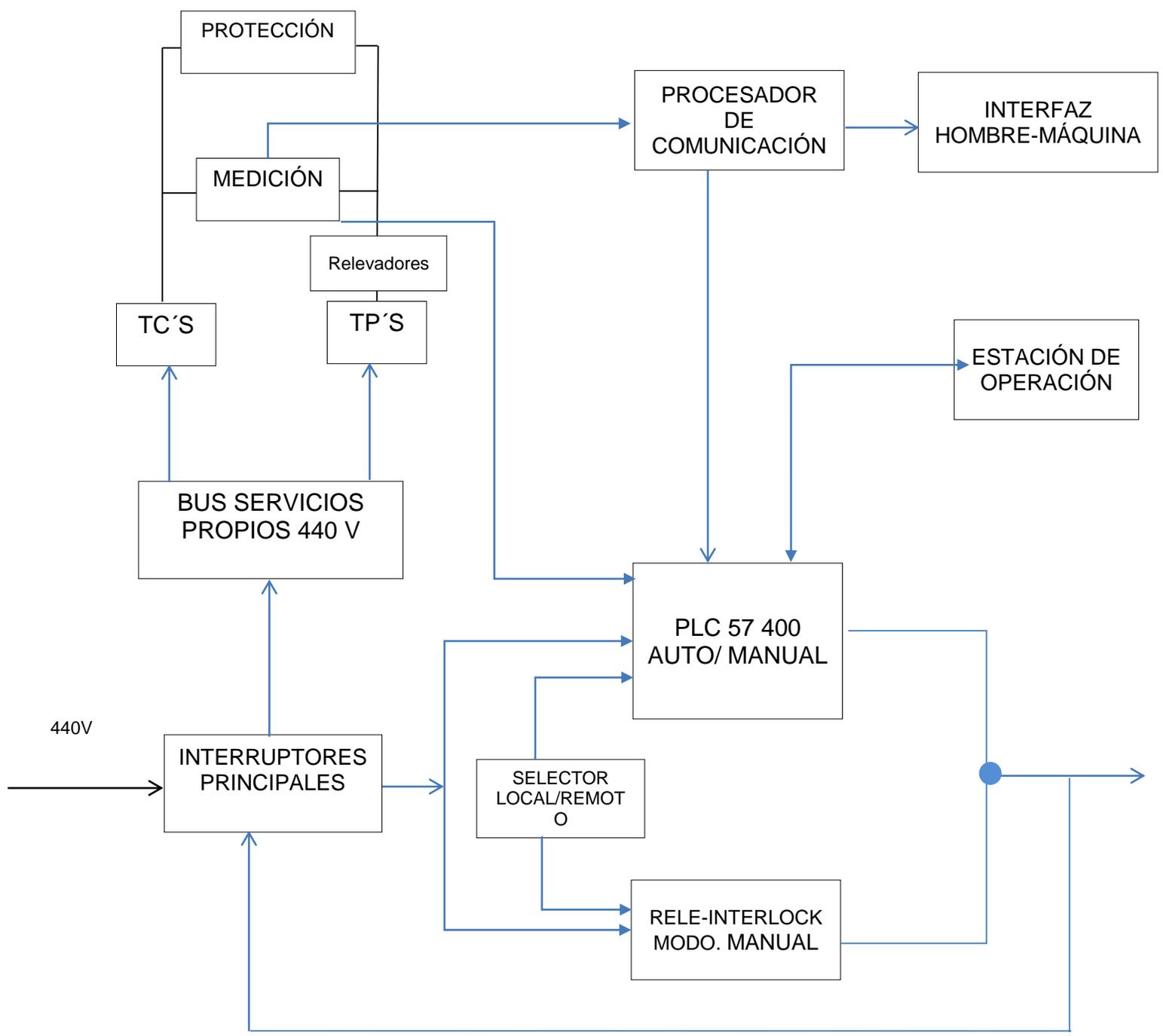


Figura 1.5.3 Diagrama a bloques hardware

(GILBERTO ENRIQUES H. 2008). **Interruptores (52) según el código ANSI:** Cada uno de los interruptores, de los cuales está compuesto servicios propios, tiene un estado (cerrado, abierto), cuando está cerrado está permitiendo el paso de la corriente, si la hay, si está abierto impide el paso de la corriente, estos estados serán verificados por el PLC, y aun el medidor verificará si el bus esta energizado, de lo contrario, se hará una revisión de la lógica en el PLC y este enviara la señal de cierre, si se requiere al interruptor

Si el bus esta energizado, no permitirá ninguna orden ni manual mucho menos automático. En el sistema serán los actuadores de salida. Que recibirá la orden de cierre siempre y cuando con las condiciones y este cambiara de estado según sea el caso, también será una señal de entrada al sistema por lo tanto está retroalimentando.

Bus de Servicios Propios: es un conductor principal del cual dependen los circuitos y cargas instaladas en servicios propios, en algunos casos se usan barras, para el proyecto será un conductor del calibre específico, calculado según el cálculo de corto circuito, de las cargas instaladas.

En el sistema el bus de servicios propios será alimentado por el interruptor específico que la lógica haya determinado cerrar, a fin de mantener siempre potencial para los equipos de cada de máquinas ya que el bus debe ser alimentado solo por una fuente entrante y asegurar que no esté energizado por otra fuente.

(PAUL ADERSON, 1999). **Transformador de Corriente (TC'S):** es un equipo que bien se puede usar como instrumento de medición y protección, en este caso el primario del transformador se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieran ser energizados.

Transformador de Potencial TP'S): es un equipo que se usa como instrumento de medición y protección, en el sistema cumplen la función de medición y de protección; y están diseñados para aplicaciones de relevadores en este caso los relevadores de bajo voltaje van conectados a los TP'S.

(GILBERTO ENRIQUEZ H. 2008). **Relevadores de Bajo voltaje (27) según el código ANSI:** El relevador verificara la presencia de voltaje en diferentes puntos del sistema estarán conectados a los transformadores de potencial y me darán un valor verdadero (presencia de voltaje) o falso (ausencia de voltaje) y será una señal de entrada al PLC.

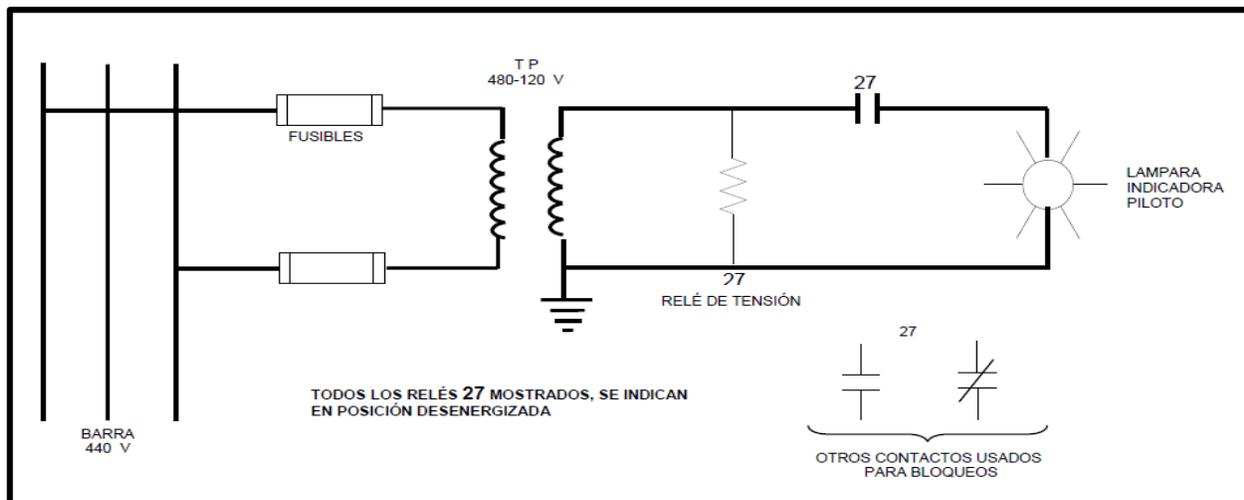


Figura 1.5.4 Conexión de un relevador (27) al Transformador de Potencial.

Selector Manual/ automático: En este caso vemos un selector de dos posiciones y lo podemos utilizar para ponerlos en manual y automático, consta de contactos eléctricos ya sean en modo (Na) que su contacto es normalmente abierto y el modo (Nc) que significa normalmente cerrado, por lo regular para poner en un circuito eléctrico el normalmente cerrado se utiliza para el modo manual y el modo normalmente abierto se utiliza para el modo automático, pero estos selectores también se pueden utilizar para activar bobinas de contactores, relays, arrancadores magnéticos y que estos pueden lograr contralar un motor eléctrico industrial por medio de sus arrancadores magnéticos.

Procesador de Comunicaciones SEL-2032: Se integra un concentrador de comunicaciones SEL-2032 para adquisición de datos de los medidores y se envía información a una IHM local y al PLC utilizando el protocolo MODBUS.

(JUNA FERNANDO BALSECA A. 2007). **Interfaz Hombre- Máquina:** La interfaz de usuario / interfaz hombre-máquina (IHM) es el punto de acción en que un hombre entra en contacto con una máquina. Una interfaz de usuario forma parte del programa informático que se comunica con el usuario. Se define como "todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo".

Procesador Lógico Programable (PLC): La recepción de los datos se realizara mediante un Procesador Lógico Programable, en el que se encontraran las condiciones o programación bajo la lógica de interlock que hará la revisión del cierre y apertura de los interruptores, o bien para el caso en particular que se desea energizar el bus para poder operar los servicios que se encuentran conectados al este. Además se encargará de

traducir dicha información. Realizará Rutinas de Supervisión de Medición y podrá determinar la situación que tenga presente, y en caso de una eventualidad en los Servicios Propios también pueda determinar el cierre del interruptor con la fuente disponible.

Medidor de Calidad de Energía e Ingresos SEL-735: Los medidores envían la información por medio de un procesador de comunicaciones a un PLC. Realizará mediciones de valores Mínimos y Máximos de Voltaje, Corriente, Potencia, protección, medición etc.

Estación de Operación: Los datos procesados se despliegan en las Estaciones de Operación donde además el operador podrá tener oportunidad de dar mandos y este podrá enviar la señal de información al PLC, para cumplir las rutinas que corresponden dentro del procesador lógico programable.

Sin embargo la estación de operación se programa con el software PCS7; además de ser un sistema universal de control de procesos SIMATIC PCS7, por su extraordinaria arquitectura escalable y excelente características, es la base ideal para la implementación económica de instalaciones de instrumentación y control y su operación rentable durante todo su ciclo de vida.

SIMATIC PCS7 es un sistema de control distribuido de procesos integrado, diseñado para cubrir la automatización y supervisión de toda una planta.

Combina la flexibilidad de control basada en la utilización de PLC's, con flexibilidad de escalonamiento, y un potente software que permite la fácil configuración de un sistema por medio de herramientas de ingeniería, programación, funciones de operación y supervisión. Para realizar la parte de un proyecto en PCS7, este necesita de todos los objetos necesarios para implementar la solución de automatización independientemente de número de estaciones y módulos y de como estén conectados entre sí.

Para este caso que es la estación de operación se usa una estructura del proyecto "Fast_MP" es una pequeña unidad de la planta, compuesta por un controlador y una estación de ingeniería/operador combinada. La estación de operador es una workstation individual.

El proyecto se crea con la estación de ingeniería (ES). Aparte de otras cosas, el ES contiene el administrador SIMATIC. El administrador SIMATIC permite acceder gráficamente a todas las aplicaciones necesarias para crear este proyecto ejemplo de PCS 7. Para la configuración del hardware se usa el interfaz MPI.

b). Software

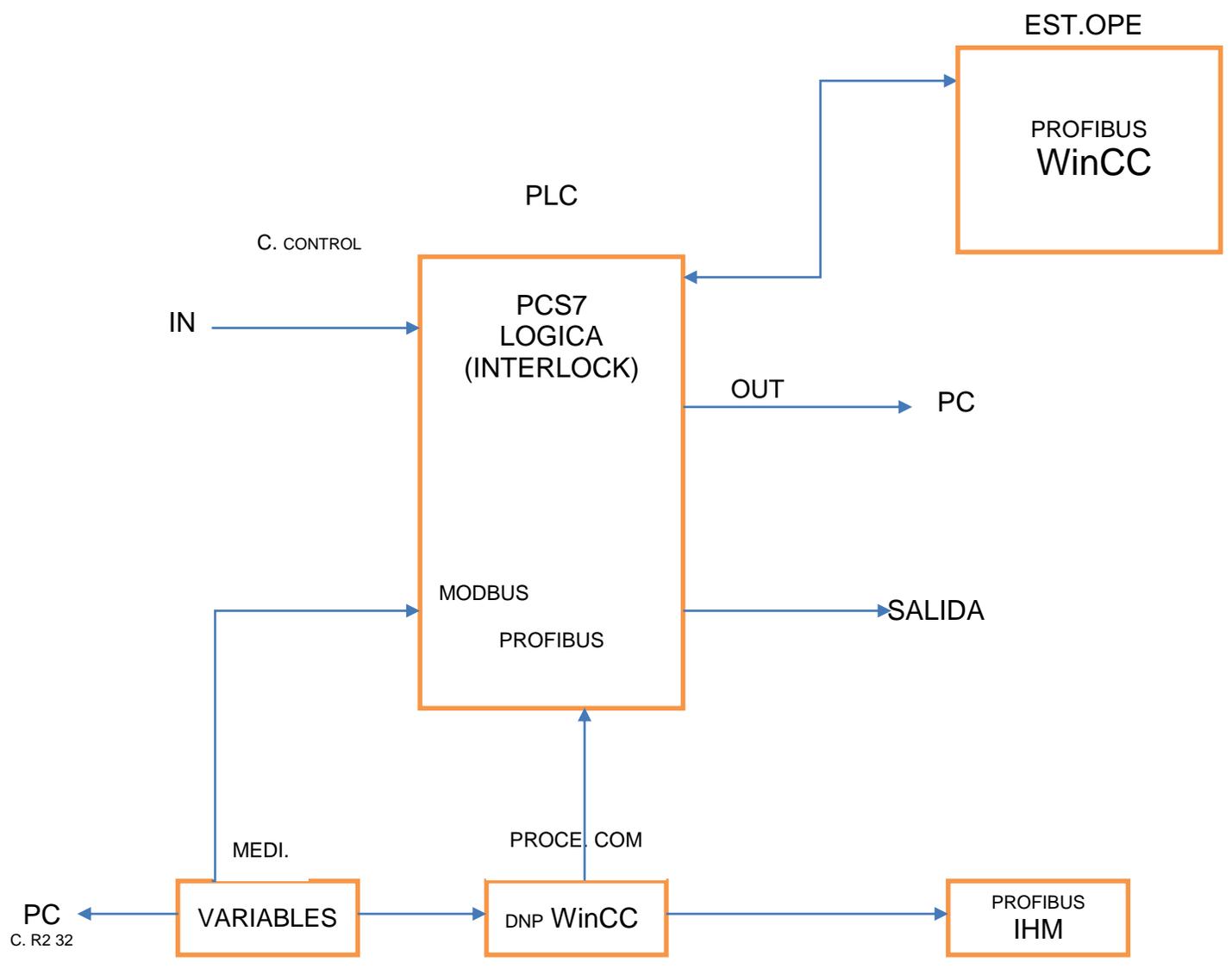


Figura 1.5.5 Diagrama a bloques del software

Descripción del diagrama de software.

Controlador lógico programable (PLC) SIEMENS: Es un dispositivo robusto y amigable, que existe en el mercado de distinta marcas, además nos permite programar la lógica una vez descrito y simulado. Este se programa con el software PCS7 400 por seguridad, programa exclusivo de Comisión Federal de Electricidad.

Para este caso es el encargado de recibir las señale y procesarlas de forma correcta y adecuada. La señal principal de entrada es los estados de los interruptores mediante cables de control y las demás señales a través de protocolos de comunicación compatible, y sobre todas las cosas nos permite enviar señales corregidas según sea la programación descrita.

Atreves de rutinas y subrutinas el PLC verificara el cierre del interruptor correspondiente, así mismo también podrá recibir mandos mediante un protocolo de comunicación llamado profibus, desde la estación de operación que está programado con el software Wicc, programa exclusivo de Comisión Federal de Electricidad.

Los medidores arrojan una señal y la enviaran para mayor seguridad al procesador de comunicación a través del protocolo DNP programado con el software WinCC, y este enviara la señal al PLC a través del protocolo modbus, donde será usado para las rutinas pertinentes. Así mismo de los medidores se podrá descargar los registros a una PC según se desea, mediante un cable RS2 32.

En el caso del interfaz hombre-máquina, es donde permitirá al operador o personal, ver las señales de comportamiento y datos de medición, que está siendo enviado por el procesador de comunicaciones, mediante el protocolo de comunicación profibus, este solo permite tener una visualización sin ningún mando a diferencia de la estación de operación.

Afortunadamente el controlador tiene la capacidad y las estradas apropiadas para este proyecto, y sobre todo las condiciones operativas y su tiempo de uso, es bien considerado, de lo contrario también se contará con el interlock con relés físicos que estarán alambrados eléctricamente, y el programa tendrá la oportunidad de hace la selección si se desea hacer manual u automático, por si el PLC sufra algunos daños por cualquier aberración, como suele suceder.

2. Fundamento Teórico

2.1 (GERARDO NÚÑEZ P. Y JAVIER GARCIA H. 2009). **Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso.** Los Servicios Propios en una Central Hidroeléctrica son de gran importancia, está integrado por los Servicios Auxiliares de la Unidades, Alumbrado, Servicios Generales, Aire Acondicionado y Servicios de Campo de Transformadores, con ello se mantienen las condiciones de operación.

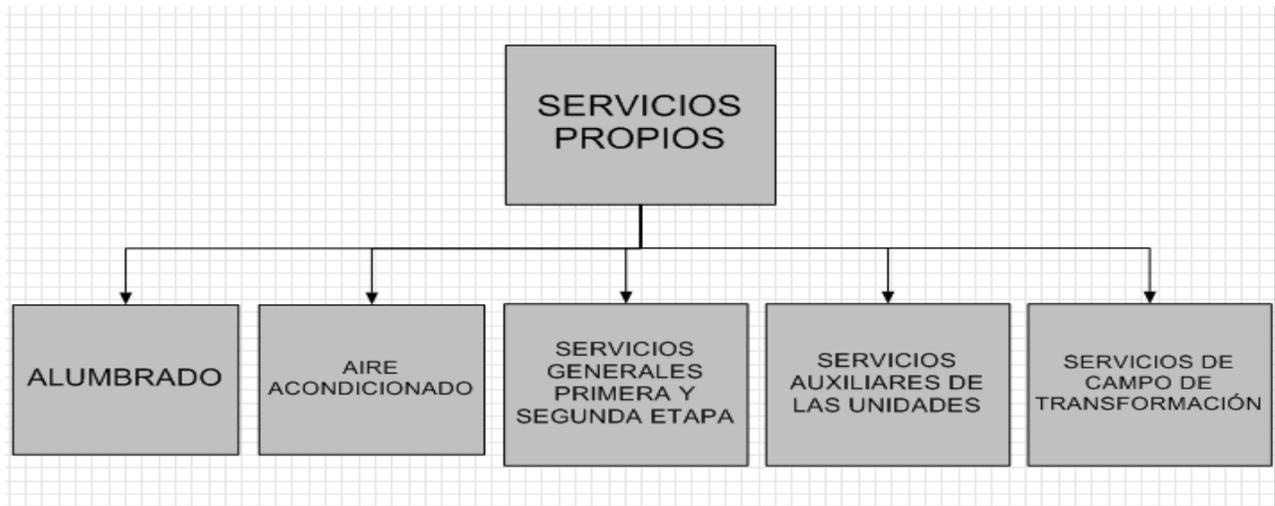


Figura 2.1 Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso

2.2 Servicios auxiliares. Todos los equipos que integran los servicios auxiliares, son la parte más elemental para la seguridad de las unidades generadoras, de ellas depende las condiciones de operación de las unidades, porque evitan el aumento de temperatura en chumaceras, expulsa polvo en las balatas, inyectan aceite, en el momento adecuado, en los servomotores etc. Por ende necesitamos tener potencial siempre que estén alimentando a estos servicios.

2.3 Unidades auxiliares. Para que las Centrales Hidroeléctricas puedan alimentar sus servicios cuando exista una contingencia externa, es necesario que los equipos requeridos para realizar los “Arranques negros” estén en excelentes condiciones operativas; el/los equipos primordiales con el cual se puede reestablecer, son las unidades auxiliares hidráulicas o de combustión interna; siendo la opción de la empresa que estén siempre disponibles, ya que desde el diseño de la Central se plantea esta premisa, y solo se utilicen para respaldar la falta de potencial en los servicios Propios de la central.

2.4 (GERARDO NÚÑEZ P. Y JAVIER GARCIA H. 2009). **Bloqueo de Interruptores.** Dado que el manejo de interruptores se efectúa en todos los casos, exceptuando la unidad

auxiliar, fuera de paralelo, los bloqueos de cierre de los interruptores serán de dos tipos principalmente.

2.5 Bloqueo por contactos auxiliares de otro u otros interruptores. Los contactos auxiliares pueden ser del propio interruptor o de un relé auxiliar, con reposición eléctrica (con bobina de operación y bobina de reposición). Dos tipos principales se usarán:

- a) A un interruptor se le impide cerrar si otro está cerrado y viceversa. Bloqueo **B**.
- b) A un interruptor se le impide cerrar si otros dos interruptores están cerrados. O sea, que de un grupo de tres interruptores solamente se les permite cerrar a dos de ellos, no importa cuales. Bloqueo **B2**

2.6 Bloqueo por contactos de relés de tensión, son de dos tipos.

- a) Para los interruptores que dan acceso a dos fuentes de alimentación al sistema de auxiliares, se permitirá el cierre, solamente cuando haya tensión en la fuente de la alimentación y no hay tensión en el otro lado del interruptor. Bloqueo **B 27-1**.
- b) Se permitirá el cierre de un interruptor, cuando una de las dos barras que va a unir no tiene tensión, o cuando ninguna de las dos tiene tensión. Bloqueo **B 27-2**. [7]

2.7 Compuerta NOT (NO). Esta compuerta presenta en su salida un valor que es el opuesto del que está presente en su única entrada. En efecto, su función es la negación, y tiene la característica de tener solo una entrada.

Se utiliza cuando es necesario tener disponible un valor lógico opuesto a uno dado. La imagen 2.1 muestra el símbolo utilizado en los esquemas de circuitos para representar esta compuerta, y su tabla de verdad.

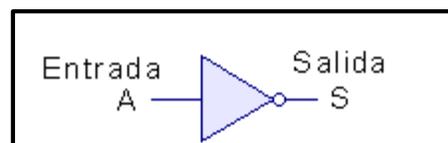


Imagen 2.1 compuerta NOT

El estado de la salida es el opuesto al de la entrada, como se muestra en la tabla 2.1

Tabla 2.1 entradas y salidas de la compuerta NOT

Entrada A	Salida S
0	1
1	0

2.8 Compuerta AND (Y). Con dos o más entradas, esta compuerta realiza la función booleana de la multiplicación. Su salida será un “1” cuando todas sus entradas también estén en nivel alto. En cualquier otro caso, la salida será un “0”. El operador AND se lo asocia a la multiplicación, de la misma forma que al operador SI se lo asociaba a la igualdad.

En efecto, el resultado de multiplicar entre si diferentes valores binarios solo dará como resultado “1” cuando todos ellos también sean 1, como se puede ver en su tabla de verdad. Matemáticamente se lo simboliza con el signo “x”.

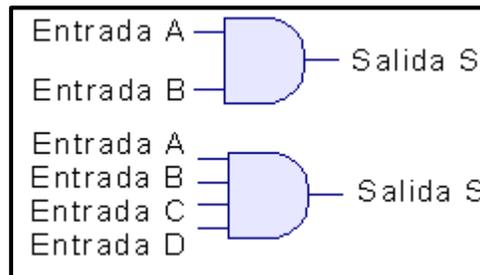


Imagen 2.2 compuerta AND

Tabla de verdad de la compuerta AND de dos entradas, como se indica en la tabla 2.2

Tabla 2.2 tabla de verdad de la compuerta AND

Entrada A	Entrada B	Salida S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

En este ejemplo, el estado de los interruptores es “1” cuando están cerrados y 0 cuando están abiertos.

2.9 Compuerta OR (O). La función booleana que realiza la compuerta OR es la asociada a la suma, y matemáticamente la expresamos como “+”. Esta compuerta presenta un estado alto en su salida cuando al menos una de sus entradas también está en estado alto. En cualquier otro caso, la salida será 0. Tal como ocurre con las compuertas AND, el número de entradas puede ser mayor a dos.

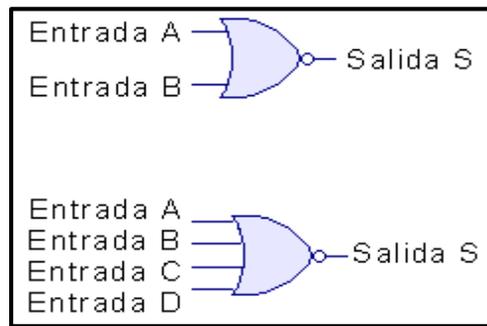


Imagen 2.3. Compuertas AND de 2 y 4 entradas

Tabla 2.3 Tabla de verdad de una compuerta OR de dos entradas

Entrada A	Entrada B	Salida S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2.10 Bus de Servicios Propios. Es la barra o Conductor eléctrico rígido, ubicada en una casa de máquinas de la central hidroeléctrica malpaso con la finalidad de servir como conector de dos o más circuitos eléctricos. En este caso es de donde se toman los circuitos hacia interruptores ferromagnéticos y estos a cada equipo.

2.11 (GABRIEL GONZALEZ G. Y OSWALDO LUNA M. 2010). Análisis de Corto Circuito. La planificación, el diseño y la operación de los sistemas eléctricos, requiere de minuciosos estudios para evaluar su comportamiento, confiabilidad y seguridad. Estudios típicos que se realizan son los flujos de potencia, estabilidad, coordinación de protecciones, cálculo de corto circuito etc.

Un buen diseño debe estar basado en un cuidadoso estudio que se incluye la selección de voltaje, tamaño del equipamiento y selección apropiada de las protecciones. La mayoría de los estudios necesitan de un complejo y detallado modelo que represente al sistema eléctrico, generalmente establecido en la etapa de proyecto. Los estudios de corto circuito son típicos ejemplos de éstos, siendo esencial para la selección de equipos y el ajuste de sus respectivas protecciones.

Las dimensiones de la instalación eléctrica y de los materiales que se instalan, así como la determinación de las protecciones de las personas y bienes, precisan el cálculo de las corrientes de cortocircuito en cualquier punto de la red. Un estudio de corto circuito tiene la

finalidad de proporcionar información sobre corrientes y voltajes en un sistema eléctrico durante condiciones de falla.^[8]

2.12 (GABRIEL GONZÁLEZ G. Y OSWALDO LUNA M. 2010). Corto circuito. Es un fenómeno eléctrico que ocurre cuando dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial se ponen en contacto entre sí, caracterizándose por elevadas corrientes circulantes hasta el punto de falla. Se puede decir que un corto circuito es también el establecimiento de un flujo de corriente eléctrica muy alta, debido a una conexión por un circuito de baja impedancia, que prácticamente siempre ocurren por accidente. La magnitud de la corriente de corto circuito es mucho mayor que la corriente nominal o de carga que circula por el mismo. Aún en las instalaciones con las protecciones más sofisticadas se producen fallas por corto circuito.

2.13 (GILBERTO ENRIQUEZ H. 2008). Cálculo de Líneas Eléctricas. La sección necesaria para un conductor se determina en función de la corriente máxima que se puede transmitir en servicio continuo sin superar la temperatura máxima soportada por el aislante; luego se debe verificar que esa sección no supere la máxima caída de tensión que se admita, que supere la sección necesaria para transmitir la intensidad de cortocircuito admisible y que supere la sección mínima permitida por las normas.

2.14 Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso. Los Servicios Propios se componen por los Servicios Auxiliares de la Unidades, Alumbrado, Servicios Generales, Aire Acondicionado y Servicios de Campo de Transformadores, con ello se mantienen las condiciones de operación de la Central.

2.15 Servicios Auxiliares de la Central Hidroeléctrica Malpaso. Los servicios auxiliares, son una parte trascendente más que importante para la buena operación y funcionamiento de las unidades generadoras, y además de protección al personal de una central generadora, así como la continuidad y confiabilidad de su operación y por consiguiente del propio Sistema Interconectado Nacional (SIN).

2.16 . Modernización de los Servicios Auxiliares. Ejecutar cambios en una Central, para mejoramiento y sobre todo para los Servicios Propios involucra una parte económica y sobre todo nuevas tecnologías que permitan sofisticar para mejorar la actividad. En este caso se debe a la continuidad de la prestación del servicio y la confiabilidad del restablecimiento del mismo; posterior a los disturbios sucedidos al paso del tiempo, ha obligado a revisar los esquemas de los servicios auxiliares de la central en operación con objeto de homologarlo a lo de las nuevas centrales; derivado de lo anterior se contempla la

necesidad de modernizar de los esquemas de control y protección de Servicios Auxiliares en las Centrales Hidroeléctrica Malpaso.

2.17 Transformador de Corriente. Un transformador de corriente o “TC” es el dispositivo que nos alimenta una corriente proporcionalmente menor a la del circuito.

Es de aclarar que un transformador de corriente por su aplicación se puede subdividir en transformador de medición y transformador de protección, no obstante los transformadores se diseñan para realizar ambas funciones y su corriente nominal por secundario puede ser de 1 ó 5 Amperios, es decir desarrollan dos tipos de funciones, transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

2.18 (GILBERTO ENRÍQUEZ H. CASA DE LIBRO GANDHI, 2008). Criterios generales para el diseño y selección de transformadores de corriente. La función de un transformador de corriente es la reducir a valores normales y no peligrosos, las características de corriente en un sistema eléctrico, con el fin de permitir el empleo de aparatos de medición normalizados, por consiguiente más económicos y que pueden manipularse sin peligro.

Un transformador de corriente es un transformador de medición, donde la corriente secundaria es, dentro de las condiciones normales de operación, prácticamente proporcional a la corriente primaria, y desfasada de ella un ángulo cercano a cero, para un sentido apropiado de conexiones.

El primario de dicho transformador está conectado en serie con el circuito que se desea controlar, en tanto que el secundario está conectado a los circuitos de corriente de uno o varios aparatos de medición, relevadores o aparatos análogos, conectados en serie. Un transformador de corriente puede tener uno o varios devanados secundarios embobinados sobre uno o varios circuitos magnéticos separados.

Los factores que determinan la selección de los transformadores de corriente son:

- ✓ El tipo de Transformador de Corriente.
- ✓ El tipo de instalación.
- ✓ El tipo de aislamiento.
- ✓ La potencia nominal.
- ✓ La clase de precisión.
- ✓ El tipo de conexión.
- ✓ La Corriente Nominal Primaria.
- ✓ La Corriente Nominal Secundaria.

2.19 Interruptor Magnum DS/ SB. Los interruptores de potencia Magnum DS, de baja tensión, de Eaton ofrecen las capacidades nominales ANSI más altos de interrupción y no disrupción en el sector con el tamaño físico más reducido; son los interruptores ANSI disponibles en el mercado más fácil de mantener.

Los Magnum SB son interruptores en caja aislada, diseñados para los requisitos de rendimiento y economía de UL 891. Ambos son ideales para equipos y tableros de distribución, ya que proporcionan seguridad y flexibilidad, excelentes, y un alto nivel de rendimiento. Falta capacidad interruptiva.

2.20 (GILBERTO ENRIQUEZ H, EDITORIAL LIMUSA, 2008). **Relé de bajo voltaje.** Un relé de bajo voltaje opera cuando este fluye a través de una bobina de relé por debajo de un valor predeterminado. Un relé de bajo voltaje además protege cargas contra la caída de voltaje que puede llevar a cortes de energía y a apagones. Los contactos del relé viajan por el interruptor de circuito cuando el voltaje disminuye a cierto nivel.

2.21 Selector de dos posiciones. conmutador que le permite seleccionar una de las dos condiciones del circuito. Los selectores de dos posiciones comunes son de prender/apagar y adelantar/atrzar.

2.22 Relevador Auxiliar de bloqueo Sostenido. El relevador auxiliar de bloqueo sostenido es un instrumento electromecánico de control y protección, usado en aplicaciones donde al recibir una señal de voltaje, acciona rápida, confiable y simultáneamente un gran número de contactos que a su vez envían señales a diferentes instrumentos de protección y señalización.

implica mayor cierre de interruptores para tener carga en todos Servicios los Auxiliares de las Unidades.

El primer bus que se observa de izquierda a derecha se conoce como el Bus 12, por lo que es la unión de las barras de las unidades 1 y 2 por medio de un conductor, de la misma manera para el siguiente Bus que se conoce como el Bus 34, es la unión de las barras de la unidad 3 y 4, y para el caso de la unidad 5 y la unidad 6, su estructura es distinta, estos están unidos por medio de un interruptor de enlace, aun así se conoce como Bus 56.

En la tabla 3.1 siguiente, se puede observar la distribución de interruptores, por unidad y por buses, y las siglas con que se describe, cada interruptor, se interpreta de la siguiente manera: según el código ANSI; el (52) indica in interruptor, (S) Servicios, la siguiente sigla indica el tipo de servicio, para el primer caso es (CL) campo lineal.

Tabla 3.1 Distribución de los interruptores de servicios propios de casa de máquinas de la C. H. Malpaso

Bus 12		Bus 34		Bus 5	Bus 6
Tablero de la Unidad 1	Tablero de la Unidad 2	Tablero de la Unidad 3	Tablero de la Unidad 4	Tablero de la Unidad 5	Tablero de la Unidad 6
52SCL1	52SP2	52SP3	52SP4	52SP5	52SP6
52SCT1	52SA41	52SA12	52SA42	52SL5	52SL6
52SA11	52SCT1	52SG2	52AL2	52SG5	52SA65
52SA21	52CL1	52SA22	52SCL2	52SA56	52SA66
52SA31	52AL1	52SL2	52GA2	52SA55	52SG6
52SP1	52AA1	52SA32	52SAA2	52SP56	52GA3
	52GA1		52SCT2	52R5	

La mayoría de los datos de esta tabla se indican en los anexos, donde se puede verificar, completamente.

Ahora bien como se describió anteriormente la problemática ésta cuando se disparan los circuitos exteriores y como se debe intervenir, para recuperar el potencial que alimenta a servicios propios, sin ninguna otra manifestación y esto se hace de forma manual, es decir el operador debe de actuar; sin embargo también se tiene un tiempo límite para reestablecer este servicio de lo contrario, las unidades sufrirán un paro forzado.

Una vez analizado detalladamente este arreglo y los hechos que han ocurrido últimamente, se realizaron estudios de otros arreglos que pudieran ofrecer mayor confiabilidad, sobre todo seguridad a todo el personal que labora en la central y protección a los equipos de generación; de tal forma que se realizaron dos propuestas. Uno de ellos es el arreglo “H”

figura 3.2 que se elaboró en el programa de AutoCAD y se mostró además las ventajas que ofrece este, y como sería su operación

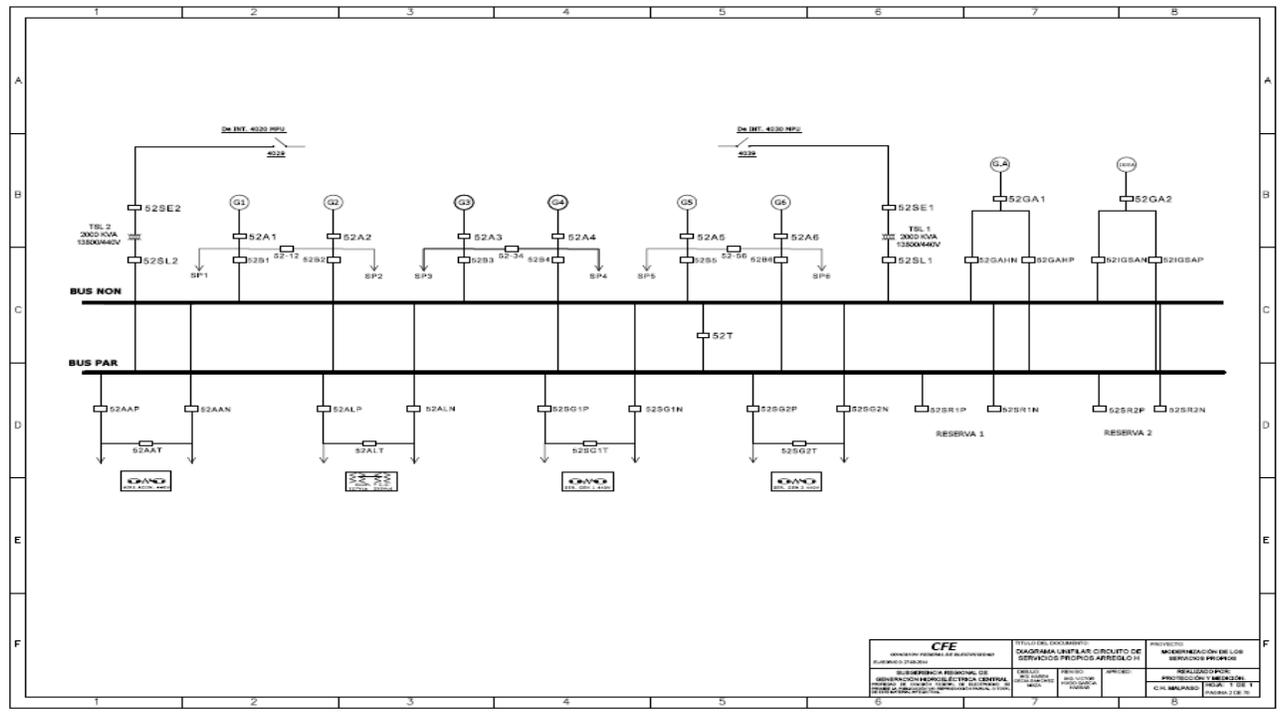


Figura 3.2 Diagrama unifilar de servicios propios arreglo "H"

Las bondades que ofrecen este arreglo y sus desventajas se presente a continuación. El arreglo "H" para Servicios Propios es un diagrama bastante favorable, se hace mediante dos buses y unidos entre sí por un interruptor de transferencia, de la misma manera para la alimentación de los Servicios Auxiliares están unidos entre Unidades por un interruptor de enlace, esto hace que las Unidades por si mismas puedan autoabastecerse, además la alimentación para las cargas de todos los Servicios Propios pueden ser alimentadas por los dos buses, uniéndose entres si por un interruptor de enlace.

Esto favorece porque bien podemos estar alimentando dos cargas por un bus siempre y cuando tengamos cerrado el bus de enlace, bien puede ser por mantenimiento, o como reserva, o daños que pueden ocurrir en uno de los interruptores principales.

De acuerdo a este diagrama se realizaron los comentarios y análisis correspondientes, por las desventajas que presenta, como la inversión económica, permanente cierre de interruptores por los enlaces, y sobre todo la arquitectura requiere de espacios físicos para su instalación.

Posteriormente con investigaciones que se realizaron se elaboró otro diagrama unifilar en AutoCAD que ofrece bondades mucho más favorable para la estructura de los Servicios Propios por su inversión económica y su arquitectura, se llama diagrama “DOBLE BUS”, como se muestra en la figura 3.3.

Se puede observar que sus conexiones no cambian radicalmente respecto al arreglo “H”

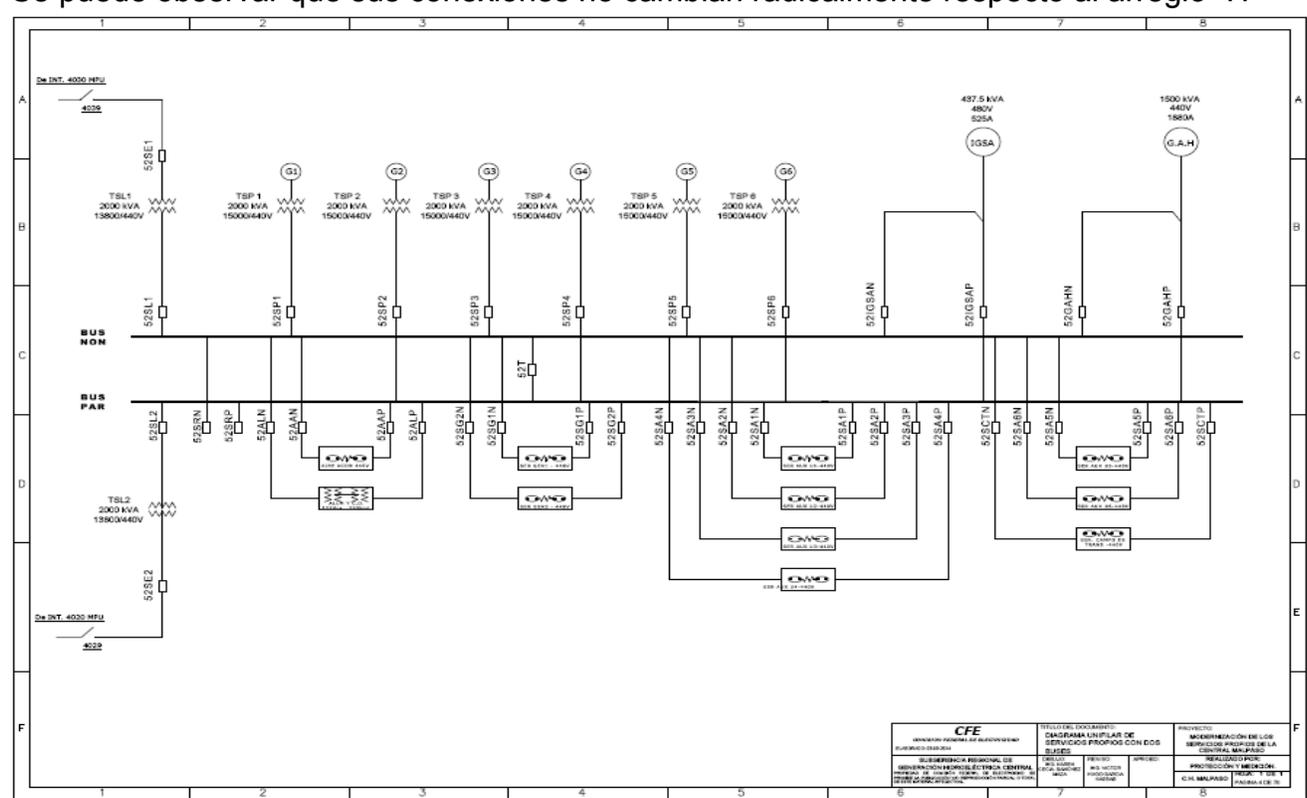


Figura 3.3 Diagrama unifilar de servicios propios arreglo “DOS BUSES”

Este diagrama es similar al arreglo “H”; como su nombre lo indica consta de dos buses a los cuales llamamos bus NON y bus PAR, unidos por un interruptor de transferencia; además tiene bondades o ventajas favorables, puesto que podemos alimentar los servicios propios mediante un solo bus, bien puede ser por el bus PAR o el bus NON cerrando el interruptor de transferencia.

La distribución de los interruptores para este arreglo se muestra en la tabla 3.2, a diferencia del arreglo actual que existe exclusividad de carga por unidad en el arreglo que se propone estarán conectados en base al Bus Non y Bus Par.

Tabal 3.2 distribución de interruptores en el arreglo doble bus

BUS NON			BUS PAR		
52SL1	52AAN	52SA3N	52SL2	52AAP	52SA3P
52SP1	52ALN	52SA4N	52SP2	52ALP	52SA4P
52SP3	52SG1N	52SA5N	52SP4	52SG1P	52SA5P
52SP5	52SG2N	52SA6N	52SP6	52SG2P	52SA6P
52GAHN	52SA1N	52SCTN	52GAHP	52SA1P	52SCTP
52IGSAN	52SA2N	52T	52IGSAP	52SA2P	

Las unidades para este arreglo están conectados de acuerdo al orden del número de las unidades, los pares al bus PAR y los nones al bus NON. Sin embargo el número de interruptores comparado con el arreglo “H” y con el arreglo actual, es menos, lo que implica menos gastos para la empresa, y su estética no necesita mucho espacio físico para instalar un bus más, si se toma en cuenta el bus que se tiene en la actualidad.

También este arreglo nos permite sincronizar nuestros circuitos exteriores ya que los transformadores tienen las mismas características eléctricas ambos son reductores, tienen la misma conexión, la misma capacidad, el mismo diagrama vectorial, por lo tanto podemos estar alimentados por los dos circuitos exteriores siempre y cuando se cumplan las condiciones que se necesita para el sincronismo que son la frecuencia voltaje y ángulo de fase.

Una vez presentado estas dos propuestas y observar a grandes rasgos las bondades que cada diagrama ofrece se realizaron los comentarios pertinentes, de tal manera que se concluyó trabajar con el arreglo de “DOBLE BUS” lo cual nos permitió dar seguimiento a las actividades que éste involucra, de manera particular realizar el cálculo del nuevo conductor para el nuevo bus.

Para realizar cálculos como estos se consideran criterios preestablecidos como son corriente y voltaje, potencia y corrida de corto circuito, la resistividad, tipo de material, y finalmente la distancia; con estos parámetros se logra tener el cálculo para el bus que se requiere. Como en la central se desconocía la carga total que tiene servicios propios se dio paso para las siguientes actividades.

Para saber y tener el conocimiento general de las cargas que están conectadas en los Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso fue necesario realizar un recorrido y levantamiento de placa de datos de todos estos, identificando así mismo, los que pertenecen a los Servicios Auxiliares de las Unidades, Servicios Generales, Alumbrado, Aire Acondicionado y Servicios de Campo de Transformadores.

De las características de las placas de datos que se adquirió de cada equipo se realizó una base de datos, donde se encuentra corriente que consume cada equipo, voltaje al que está conectado, potencia en HP, y potencia calculada en Watts que consume cada equipo, para calcular la carga instalada en Kilowatts en cada Servicio que integra Servicios Propios.

Además se considera que los Servicios Auxiliares siempre están disponibles, es decir siempre deben de estar en buenas condiciones y operando, porque son la parte elemental, para la buena operación de las Unidades Generadoras, por lo tanto se considera el 100% de su carga.

(CARRASCO DESALES A. Y JOSE MENUEL CASTILLO, 2010). Con base a estos análisis se determinó la carga total instalada, realizando los cálculos correspondientes. Sin embargo se concluyó que la carga total es de 3601.52 KW en Servicios Propios, pero como no siempre están en servicio todos los equipos, se consideró el 20 % de los Servicios Generales, y Servicios de Campo de transformadores. De tal forma que el consumo diario es 1.7 MW/H. considerando su uso en el porcentaje antes mencionado.

Tabla 3.3 Cargas instaladas en Servicios Auxiliares

		ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA A 440 V				NOTA: LOS CÁLCULOS ESTAN CONSIDERADOS AL 100 %, ASUMIENDO QUE TODOS LOS EQUIPOS ESTEN EN SERVICIO	ARCHIVO VINCULADO
SISTEMA	UNIDAD	TOTAL DE CARGAS	CORRIENTE TOTAL (A)		POTENCIA EN (KW)	POTENCIA KW/H. AL DIA	
SERVICIOS AUXILIARES	1	14	257.040		195.891	4701.384	LOS SERVICIOS AUXILIARES SE CONSIDERA AL 100 % #ANEXO 2 S. AUXILIARES!A1
	2	14	257.040		195.891	4701.384	
	3	14	257.040		195.891	4701.384	
	4	14	257.040		195.891	4701.384	
	5	14	310.140		236.358	5672.592	
	6	14	310.140		236.358	5672.592	
		CORRIENTE TOTAL	1648.440	AMPERES			
		TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)		1256.280	30150.72	1256.280	

En esta tabla se desglosa por unidad y el total de cargas que tiene cada una de ellas, así mismo la corriente que consumen, la potencia que tiene instalada y finalmente la potencia en KW/H. tomando en cuenta que los cálculos están considerados al 100%. De tal manera que se realizó una suma de estas cargas y corriente consumida, porque de la unidad cinco a la unidad seis, tiene una mínima diferencia de cargas comparadas con las unidades de la uno a la cuatro.

La suma total de potencia consumida en Servicios Auxiliares es 1256.280 KW, y una corriente total de 1684.440 amperes. Considerando el % de consumo antes mencionado, porque los equipos que consumen esta potencia son indispensables para cada unidad generadora.

Tabla 3.4 Cargas instaladas en Servicios Generales de las dos etapas

SERVICIOS GENERALES	1 ETAPA	45	1500.3	1076.187	25828.488	SE CONSIDERA AL 20 %	#ANEXO 3 S. GENERALES IA1
	2 ETAPA	21	1275.8	972.29	23334.96		
		CORRIENTE TOTAL	2776.1	AMPERES			
			TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)	2048.477	49163.448	409.695	

Para el caso de los Servicios Generales, como está compuesto por dos etapas, se consideró esa condición, y los datos proporcionados están por etapas, de tal manera que se tenga un panorama completo, como se muestra en la tabla 3.4

La primera está compuesto por 45 equipos con una corriente total de 1500.3 Amperes y una potencia de 1076.187 KW. Para el caso de la segunda etapa tiene 21 equipos, que consumen 1275.8 Amperes, y 972.29 KW; sumado las potencias de ambas etapas hace un total de 2776.1 Amperes y un total de 2048.477 KW. Esto es la carga instalada en servicios generales, y se consideró un 20 % de su utilidad, porque no siempre están en servicio.

Tabla 3.5 Cargas instaladas en Servicios de Campo de Transformadores

SERVICIOS CAMPO DE TRANSFOR MADORES	1	24	24	18.29	438.96	SE CONSIDERA AL 20 %	#ANEXO 4 52SCT2'IA 1
	2	24	24	18.29	438.96		
	3	24	24	18.29	438.96		
	4	24	24	18.29	438.96		
	5	12	48	36.58	877.92		
	6	12	48	36.58	877.92		
	O. DE TOMA	12	197.4	150.44	3610.56		
CORRIENTE TOTAL		389.4	AMPERES				
		TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)		296.76	7122.24	59.352	

También se cuenta con uno de los servicios primordiales que se conoce como Campo de Transformadores, que son los ventiladores de los transformadores de potencia y el lado de compuertas de obra de toma como se muestra en la tabla 3.5 Usamos la misma estrategia; por unidad, y sus cargas conectadas, en este caso de la unidad uno a la cuatro tiene 24 cargas y la unidad cinco y seis, tiene 12 cargas, por lo tanto el consumo total de corriente es de 389.4 Amperes, y su potencia es de 296.76 KW.

Así es como se describe, en cada una de las tablas las cargas que componen los Servicios Propios, cabe mencionar que el alumbrado y el aire acondicionado se consideró en los servicios generales. Ahora bien es necesario tener en cuenta, que todas las cargas se deben de considerar al 100% para realizar el cálculo del conductor para un nuevo bus; Es decir se considera siempre la condición más crítica, o bien basado en la norma nos especifica que el 20% debe ser estar de más, por si se requiere la conexión de algún otra carga. En la tabla 3.6 se muestra la suma de todas las cargas anteriores para sacar el total general de corriente y potencia instalado.

Tabla 3.6 Carga total instaladas en Servicios Propios

POR LO TANTO LA CORRIENTE TOTAL EN SERVICIOS PROPIOS ES:			POR LO TANTO LA POTENCIA TOTAL EN SERVICIOS PROPIOS ES:			POTENCIA EN KW/H. DIARIO/DIA	86436.41
	4813.94	AMPERES		3601.52	KW		

De esta manera se tiene el dato correspondiente que realmente se necesita, para dar seguimiento al proyecto. Como corriente se tiene un total de 4813.94 Amperes, y 3601.52

KW instalados, en Servicios Propios, considerando al día el 100% de esta potencia tendríamos 86436.408 KW/H.

En base a esto se realizó, la corrida de corto circuito en uno de los simuladores con los cuales cuenta la Comisión Federal Electricidad, conocido como "EASY POWER" con el cual se puede obtener el comportamiento de las señales de corto circuito en secuencia positiva y en secuencia negativa, considerando todos los datos de cada como: la marca, estilo, tipo y dependiendo del que se trate.

Pero por ser propiedad exclusiva de Comisión Federal, no se nos permite, personalmente contar con ese simulador, para realizar la demostración; pero si podemos mostrar algunas características de este, con imágenes, que se capturo mientras se trabajaba, lo podremos ver en los anexos.

(GUILLERMO AREGUIN C. 2005). Junto con este análisis se fue trabajando con el arreglo de doble bus, y lo que requiere para automatizar la apertura y cierre de interruptores para alimentar el bus de servicios propios. Se decidió colocar TP'S calculados según la capacidad de los transformadores y relevadores de bajo voltaje (27) condigo ANSI antes y después de cada transformador, como protección en cada una de las fuentes además como indicadores en los dos buses, como se muestra a en la figura 3.4.

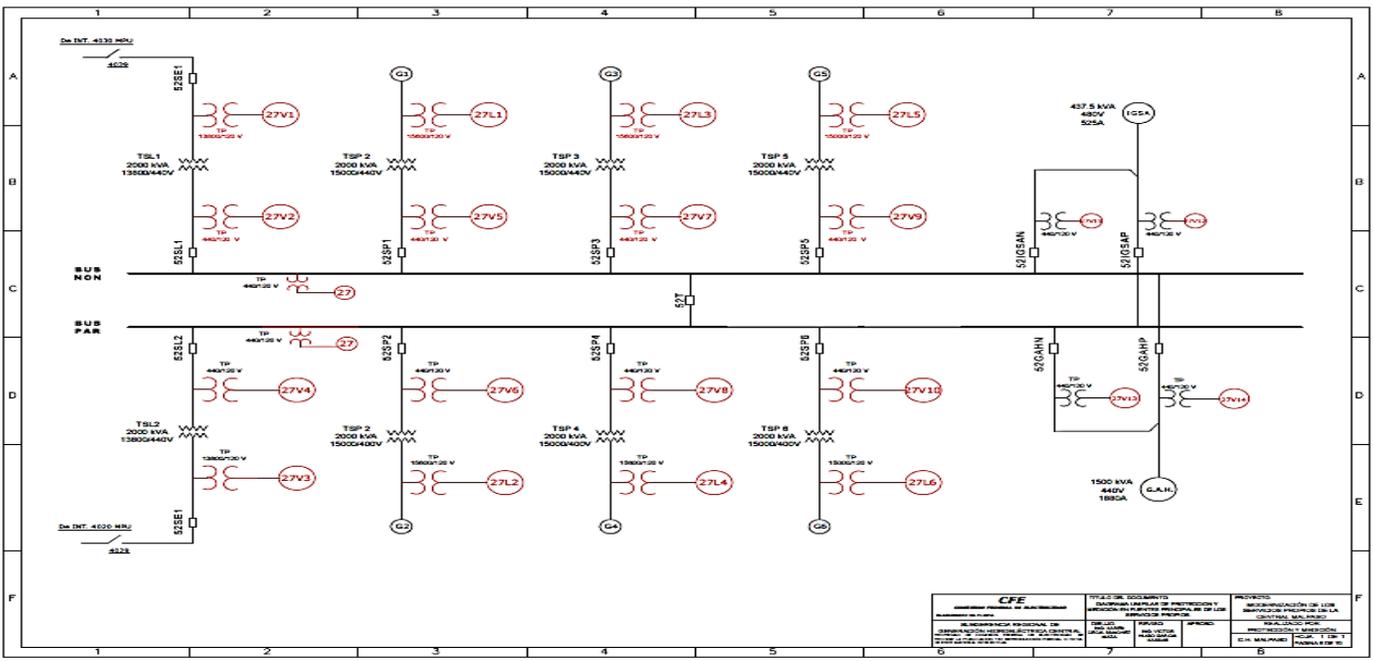


Figura 3.4 Diagrama unifilar de servicios propios con protecciones

Con base en este diagrama también se definió los tipos de bloqueos que se utilizaron en base al arreglo “Dos Buses”.

- a) Para los interruptores que dan acceso a dos fuentes de alimentación al sistema de auxiliares, se permitirá el cierre, solamente cuando haya tensión en la fuente de la alimentación y no hay tensión en el otro lado del interruptor. Bloqueo **B 27-1**.
- b) Se permitirá el cierre de un interruptor, cuando una de las dos barras que va a unir no tiene tensión. Bloqueo **B 27-2**.

El uso del Bloqueo **B 27-1** se observa en el permisivo de cierre del interruptor 52SP1 (interruptor de Servicios Propios de la Unidad 1) este debe cerrar si hay tensión en el generador y no haya en el Bus Non.

El uso del Bloqueo **B 27-2** se observa en el permisivo de cierre del interruptor de Transferencia que une las dos barras, este permitirá el cierre cuando una de las barras que se va a unir no tenga tensión.

De esto último se deducen 2 condiciones para el cierre del interruptor 52T que es relevante explicar ya que servirá para la comprensión del funcionamiento del sistema propuesto. Ver Tabla 3.11.

Tabla 3.7 Condiciones del bloqueo **B 27-2**

Condición 1	Se permitirá el cierre del interruptor 52T si hay presencia de voltaje en el Bus Non y ausencia de Voltaje en el Bus Par
Condición 2	Se permitirá el cierre del interruptor 52T si hay presencia de voltaje en el Bus Non y ausencia de Voltaje en el Bus Par

Los transformadores de los circuitos exteriores (TSE1 y TSE2) presentan las mismas características físicas y eléctricas lo que permite hacer una sincronización de estas fuentes, esto significaría que al tener alimentados los Buses por medio de estas fuentes se podría cerrar el interruptor de Transferencia 52T cumpliendo la condición de sincronización.

Además se puede observar en el diagrama los TP'S que se calcularon para las fuentes exteriores y las Unidades Auxiliares que actualmente no lo tienen, para mayor protección, y seguridad, los 27 (relevadores de bajo voltaje) como protección además de indicadores, y los respectivos interruptores.

Cálculo de Transformador de Corriente de TSL1 y TSL2.

Se realizó el cálculo únicamente de un transformador debido a que los dos son de la misma capacidad.

Fórmula $RT = \frac{V_{alta}}{V_{baja}}$ (1)

Donde:

Datos:

RT= Relación de Transformación

Potencia = 2000 kVA

V_{alta} = Voltaje del lado de alta (entrada)

V_{alta} = 13 800 V

V_{baja} = voltaje del lado de baja (salida)

V_{baja} = 440 V

Por lo tanto mi relación de transformación es:

$$RT = 13,800 \text{ V}/440\text{V}$$

Cálculo de corriente por el lado de alta.

Fórmula $I = \frac{P}{V}$ (2a)

Donde:

Datos:

I= Corriente

Potencia del transformador = 2000 kVA

P= Potencia

I_{alta} = 2, 000, 000 VA

V = Voltaje

V_{alta} = 13,800 V

Por lo tanto, sustituimos

$$I = \frac{2,000,000 \text{ VA}}{\sqrt{3} * 13,800\text{V}} = 83.67395206 \text{ A}$$

Cálculo de corriente por el lado de baja.

Fórmula $I = \frac{P}{V}$ (2b)

Donde:

Datos:

I= Corriente
P= Potencia
V = Voltaje

Potencia = 2000 kVA
I_{baja} = 2, 000, 000 VA
V_{baja} = 440 V

Por lo tanto, sustituimos

$$I = \frac{2,000,000 VA}{\sqrt{3} * 440V} = 2,624.319405A$$

Por lo tanto, se necesita un juego de TCs de 100/5 por el lado de baja y un juego de TCs de 3000/5 por el lado de alta para cada transformador

Cálculo de Transformador de Corriente de Generador IGSA.

Con los siguientes datos, aplicando la formula (1)

Potencia= 437.5 kVA
Voltaje= 480 V
Corriente= 525 A

En este caso como tenemos la corriente de la IGSA, que es de 525 Ampres, deducimos que se necesita un juego de TCs de 600/5

Cálculo de Transformador de Corriente de Generador Hidráulico

Con los siguientes datos, aplicando la fórmula (1)

Potencia= 15000 kVA
Voltaje= 460 V
Corriente= 1880 A

(HARJEET SINGH G. 1997) De acuerdo a los datos del Generador Hidráulico exclusivamente en base a la corriente se necesita un juego de TCs de 2000/5.

Una vez analizando el arreglo con sus respectivos cálculos, se hicieron las observaciones correspondientes, y aportaciones. Se prosiguió a trabajar con el interlock (la lógica de interruptores) para que los interruptores principales puedan permitir el cierre y apertura según se establezcan las condiciones.

Esto representa la segunda parte de la modernización la lógica con respecto al diagrama. Para esto se usó el estudio de las compuertas lógicas (OR, AND, NOT) para establecer las condiciones según el diagrama unifilar, como y cuando deben de permitirse, y se describieron todas las condiciones como se muestra en la siguiente tabla 3.7. No sin antes mencionar que a cada interruptor se le asignó un nombre, según su ubicación o característica física.

Tabla 3.7 Lógica de Interlock

LOGICA DE INTERRUPTORES PRINCIPALES				
52SE1	27SE1	27V1 X !27V2	ILSE1	!52SL1 X 27SE1 X !52T
52SE2	27SE2	27V3 X !27V4	ILSE2	!52SL2 X 27SE2 X !52T
52SL1	27SL1	27V2 X !27N	ILSL1	27SL1 X !52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52TX!52SE1
52SL2	27SL2	27V4 X !27P	ILSL2	27SL2 X !52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52TX!52SE2
52SP1	27SP1	27L1 X 27V5 X !27N	ILSP1	27SP1 X !52SL1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP2	27SP2	27L2 X 27V6 X !27P	ILSP2	27SP2 X !52SL2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52SP3	27SP3	27L3 X 27V7 X !27N	ILSP3	27SP3 X !52SL1 X !52SP1 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP4	27SP4	27L4 X 27V8 X !27P	ILSP4	27SP4 X !52SL2 X !52SP2 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52SP5	27SP5	27L5 X 27V9 X !27N	ILSP5	27SP5 X !52SL1 X !52SP1 X !52SP3 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP6	27SP6	27L6 X 27V10 X !27P	ILSP6	27SP6 X !52SL2 X !52SP2 X !52SP4 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52IGS AN	27IGS AN	!27N X !27P X 27V12 X 27V11	ILIGS AN	27IGSA1 X !52SL1 X!52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGAHN X !52T
52IGS AP	27IGS AP	!27N X !27P X 27V12 X 27V11	ILIGS AP	27IGSA2 X !52SL2 X!52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGHAP X !52T
52GA HN	27GA HN	!27N X !27P X 27V14 X 27V13	ILGHN	27GH1 X !52SL1 X!52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52T
52GA HP	27GA HP	!27N X !27P X 27V14 X 27V13	ILGHP	27GH2 X !52SL2 X!52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52T
	27N	52SL1+52SP1+52SP3+52SP5+52IGSAN+52GAHN		
	27P	52SL2+52SP2+52SP4+52SP6+52IGSAP+52GAHP		
	27T1	27N X !27P		
	27T2	!27N X 27P		
	27T3	27N X 27P		
52T	(27T3X52SL1X52SL2X!52SP1X!52SP2X!52SP3X!52SP4X!52SP5X!52SP6X!52IGSANX!52IGSAPX!X!52GAHNX!52GAHP)+(27T1X!52SL2X!52SP2X!52SP4X!52SP6X!52IGSAPX!52GAHP)+(27T2X!52SL2X!52SP2X!52SP4X!52SP6X!52IGSAPX!52GAHP)			

Donde:

Tabla 3.8 Nomenclatura

!	NOT
X	AND
+	OR

A continuación se presenta un ejemplo para el permisivo de cierre del interruptor **52SL1** se tiene: **27SL1= 27V2 X! 27N**

Donde: **27V2** es un valor verdadero (hay voltaje) y **!27N** es un valor falso (no hay voltaje en el bus Non)

También se tiene: **ILSL1= 27SL1 X! 52SP1 X! 52SP3 X! 52SP5 X! 52IGSA1 X! 52GH1 X! 52T**

Donde: **27SL1** es un valor verdadero y además los interruptores **52SP1, 52SP3, 52SP5, 52IGSA1, 52GH1** Y el interruptor de transferencia **52T** deben de estar abiertos (Todos las fuentes que energizan al bus NON). Solo con esta condición dicho interruptor debe cerrar.

Para determinar la cantidad de contactos de los interlock se creó una tabla que muestra la cantidad de contactos que requerirá el proyecto y también muestra las repeticiones de cada contacto en los interlock. Como se puede observar en la Tabla 3.8 se necesitaran 90 contactos.

Tabla 3.9 Tabla de contactos de interlock para usar

ILSE 1	ILSE 2	ILSL1	ILSL2	ILSP1	ILSP2	ILSP3	ILSP4	ILSP5	ILSP6	ILIGS AN	ILIGS AP	ILGAH N	ILGAH P
52S L1				52SL1									
	52S L2				52SL2								
		52SP1				52SP1		52SP1		52SP1		52SP1	
			52SP2				52SP2		52SP2		52SP2		52SP2
		52SP3		52SP3				52SP3		52SP3		52SP3	
			52SP4		52SP4				52SP4		52SP4		52SP4
		52SP5		52SP5		52SP5				52SP5		52SP5	
			52SP6		52SP6		52SSP 6				52SP6		52SP6
		52IGS AN		52IGS AN		52IGS AN		52IGS AN				52IGS AN	
			52IGS AP		52IGS AP		52IGS AP		52IGS AP				52IGS AP
		52GA HN		52GA HN		52GA HN		52GA HN		52GA HN			
			52GA HP										
52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T
27S E1	27S E2	27SL1	27SL2	27SP1	27SP2	27SP3	27SP4	27SP5	27SP6	27IGS A1	27IGS A2	27GH 1	27GH 2

Después de haber realizado estos análisis descritos en la tabla anterior, se requirió de un Software para verificar si las condiciones cumplen con lo deseado, para ello se hizo uso del programa Millenium 3, como simulados de un mismo PLC.

Y se comprobó que si operaran bajo las condiciones preestablecidas, de tal manera que impida el cierre de un interruptor que no cumpla con las condiciones, a fin de que también se pueda recuperar los servicios una vez que se disparen los exteriores.

Como ejemplo se muestran las capturas de pantalla, de la simulación, y se encuentra vinculado el archivo, que podemos abrirlo siempre y cuando tengamos instalado el programa con el cual trabajamos es el Millenium 3. Agregamos el instalador en el archivo, fácil y sencillo de poder instalarlo.

Posteriormente también se consideró la Integración de mediciones de las diferentes fuentes principales a los sistemas SCADA que actualmente no existente con la finalidad de

controlar el proceso y medición de las variables eléctricas (voltaje – corriente, potencia), para poder contar con información de la mayoría de las mallas eléctricas de Servicios Propios para el monitoreo de consumos.

Para esto se vio viable contar con un tablero nuevo donde se integren elementos de: medición, control y protección; con elementos nuevos y confiables, como son: botoneras, indicadores luminosos tipo led; su unifilar debidamente diseñado, además de la integración de procesadores de comunicación, integración de IHM para monitoreo de estados y magnitudes de Servicios Propios.

Los elementos se adaptaran a las condiciones operativas de la Central dando mayor entendimiento del Proceso de Selección de una Fuente Principal para Servicios Propios, que aumentarán la vida útil del generador y los equipos auxiliares. De tal manera que por cualquier razón de disparo, la recuperación se pueda realizar de manera más precisa y autentica.

Tal como lo muestran los medidores que se tienen, para las variables de medición de valores Máximos y Mínimos de Voltaje, corriente y potencia para los equipos como son: motores, bombas compresores; ahora para medición, control y protección. Y así Contar con un sistema inteligente capas de seleccionar la Fuente Principal que mejor se adapte a las condiciones operativas de Casa de Maquinas de la C. H. Malpaso.

De esta manera está integrada la carga que componen los servicios propios de la central Hidroeléctrica de Malpaso, y para sus estándares de funcionamiento normal, se consideró un 20 % en el caso de los servicios generales, y para el caso de campo de transformadores. Sin embargo es evidente mencionar que los equipos que componen los servicios auxiliares deberán siempre estar disponible, es decir se considera al 100 % de su uso.

Por lo tanto es muy importante mencionar lo trascendente que es contar con la alimentación suficiente para levantar estas cargas, y como la alimentación para un servicio es tomada del mismo bus, es decir todos los demás equipos estarán disponibles, aunque no siempre se conectaran todos en el mismo momento.

Porque finalmente la carga total instalada se obtuvo después de haber realizado una sumatoria total de las cargas antes mencionadas, lo cual se muestra en las tablas.

De esta manera podemos sacar un total de las cargas instaladas, pero como ya hemos mencionado para dos de los tres servicios mencionados, se considera un porcentaje, por el uso que se le da; por ende, la demanda de potencia es se puede calcular de realizando una sumatoria correspondiente, de tal manera que se obtiene la siguiente cantidad.

Este sería el dato más relevante que nos interesaría a grandes rasgos porque de este es la parte elemental que nos interesa constantemente alimentar, ya que de ellas depende las condiciones operativas de la central, por lo tanto la automatización tomara muy en cuenta tal necesidad, la que mueve a la empresa para poder dar un servicio de calidad, además en tiempo y forma.

Además en los anexos podemos encontrar las tablas desde Excel donde se tiene completa la información de los equipos que integra cada servicio, de forma ordenada, lo que consume cada equipo con su debidos cálculos, y sus características eléctricas correspondientes, basado en la placa de datos de cada equipo.

Cabe mencionar que para algunos casos, en particular como son los cargadores, solo se tiene la alimentación y la corriente, lo que implica que su único calculo seria la potencia, activa, y para los demás como son los motores en general, tenemos también su potencia en HP, que son los caballos de fuerza, y en algunos caso su eficiencia, toda esta información está en orden por unidad y por equipo.

4. Resultados y Conclusiones

El proyecto presentado contribuye a la empresa para minimizar y en el mejor de los casos eliminar las fallas en los Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Malpaso. Basado en los objetivos propuestos se finalizó con la construcción de la lógica de interruptores basado en el arreglo de “Doble Bus”.

A continuación se presenta el funcionamiento del sistema mediante una breve descripción basada en Diagramas y capturas de Pantalla de las pruebas que se realizaron con el software (simulador) Millenium 3.

La C. H. Malpaso para la alimentación de servicios propios en casa de máquinas está alimentada por los circuitos 4020 y 4030 de 13.8 KV ambas alimentaciones llegan a un transformador reductor de 13.8KV / 440VCA respectivamente, Transformador de Servicios Exteriores1 (TSE1) y Transformador de Servicios Exteriores 2 (TSE2). Normalmente alimentado por estos medios de la siguiente forma:

1.-Alimentando el Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020. Como se observa en la (Figura 4.1) alimentamos el bus Non con el circuito 4020 cerrando los interruptores siguientes por el lado de alta (52E1), y por el lado de baja (52SL1), de la misma manera para alimentar el bus Par cerramos los interruptores siguientes por el lado de alta (52SE2) y por el lado de baja (52SL2).

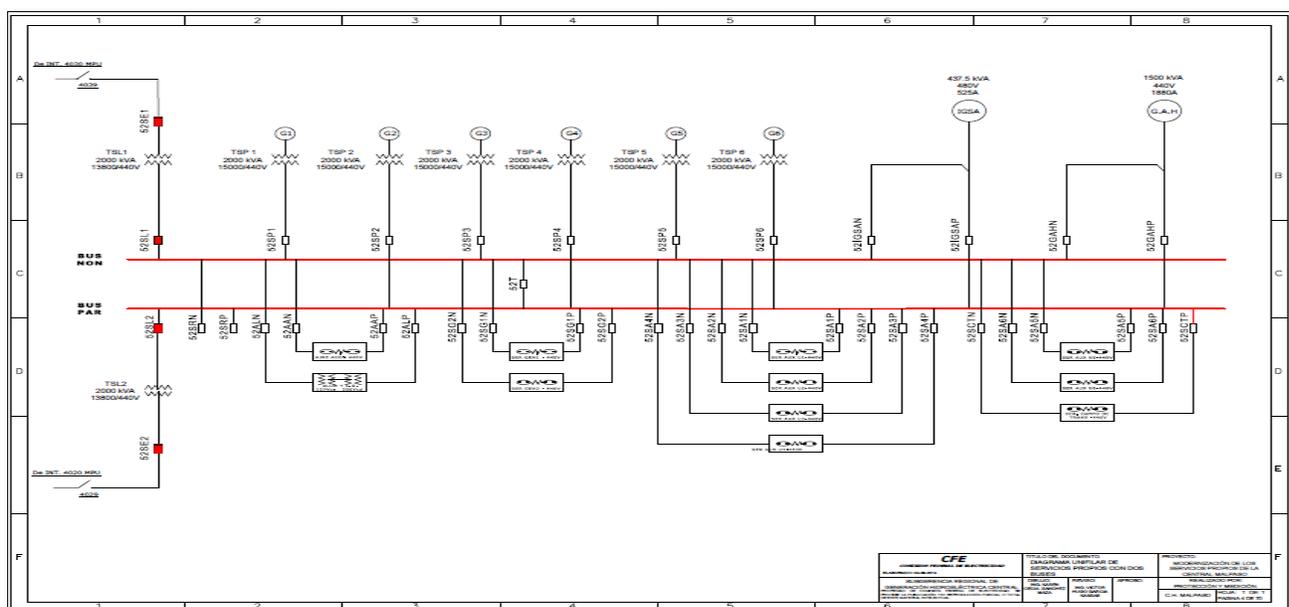


Figura 4.1 Diagrama unifilar, Alimentando el Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020.

Lo descrito en el diagrama unifilar anterior se muestra en la simulación (Figura 4.2). Las bobinas de color verde indican que tenemos potencial cuando están cerrados los interruptores.

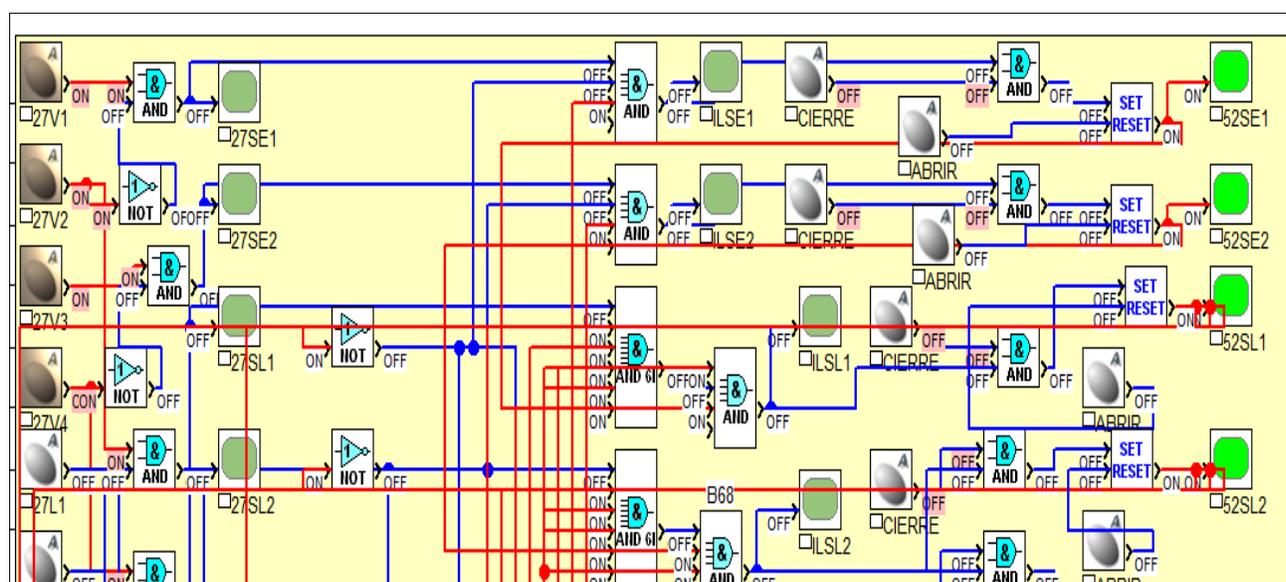


Figura 4.2. Simulación Alimentando el Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020.

De esta forma tenemos energizado el Bus Non (27N) y Bus Par (27P) (Figura 4.3). Para alimentar las cargas que depende de ellos.

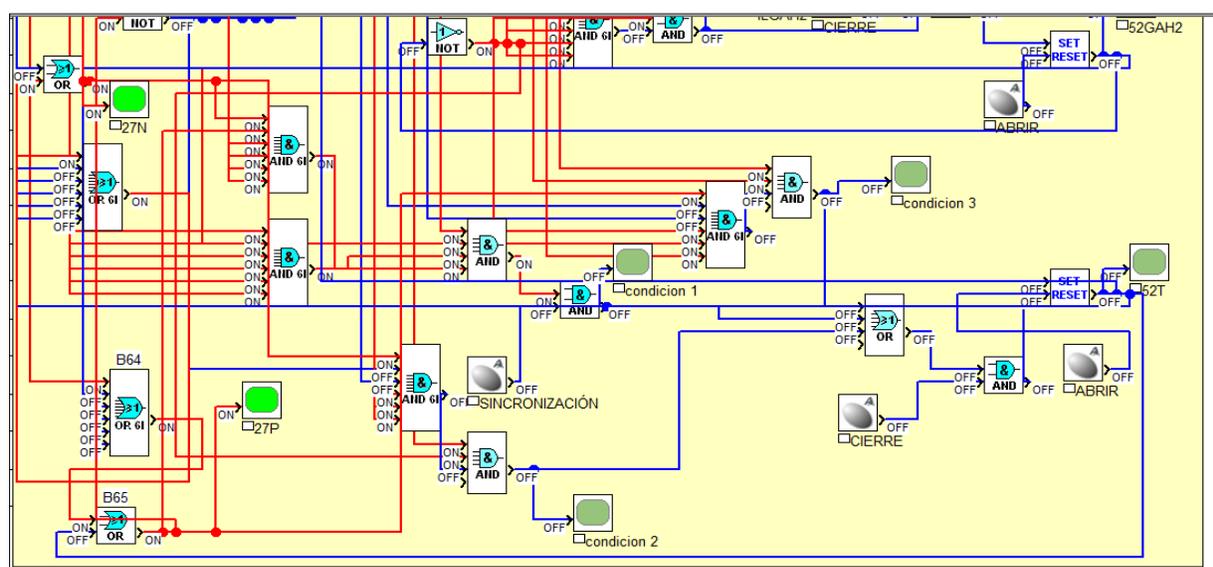


Figura 4.3 Simulación Energizando el Bus Non (27N) y Bus Par (27P).

2.- Alimentamos el Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020; y cerramos el interruptor de Transferencia con las condiciones de sincronismo. Se cierran los interruptores del circuito exterior 1 por el lado de alta (52E1), y el interruptor por el lado de baja (52SL1), así mismo se cierran los interruptores del circuito exterior 2 por el lado de alta (52SE2) y por el lado de baja el interruptor (52SL2), como se describió anteriormente en el diagrama unifilar (imagen 5.1) y como se observa en la simulación (Figura 5.2). Ya teniendo energizado los dos buses.

Para cerrar el Interruptor de Transferencia (52T) por sincronización se tienen tres condiciones preestablecidas, deben de cumplir ambas con mismo voltaje, frecuencia y ángulo de fase. En este caso tienen las mismas características por lo tanto se puede observar (Ver figura 4.4).

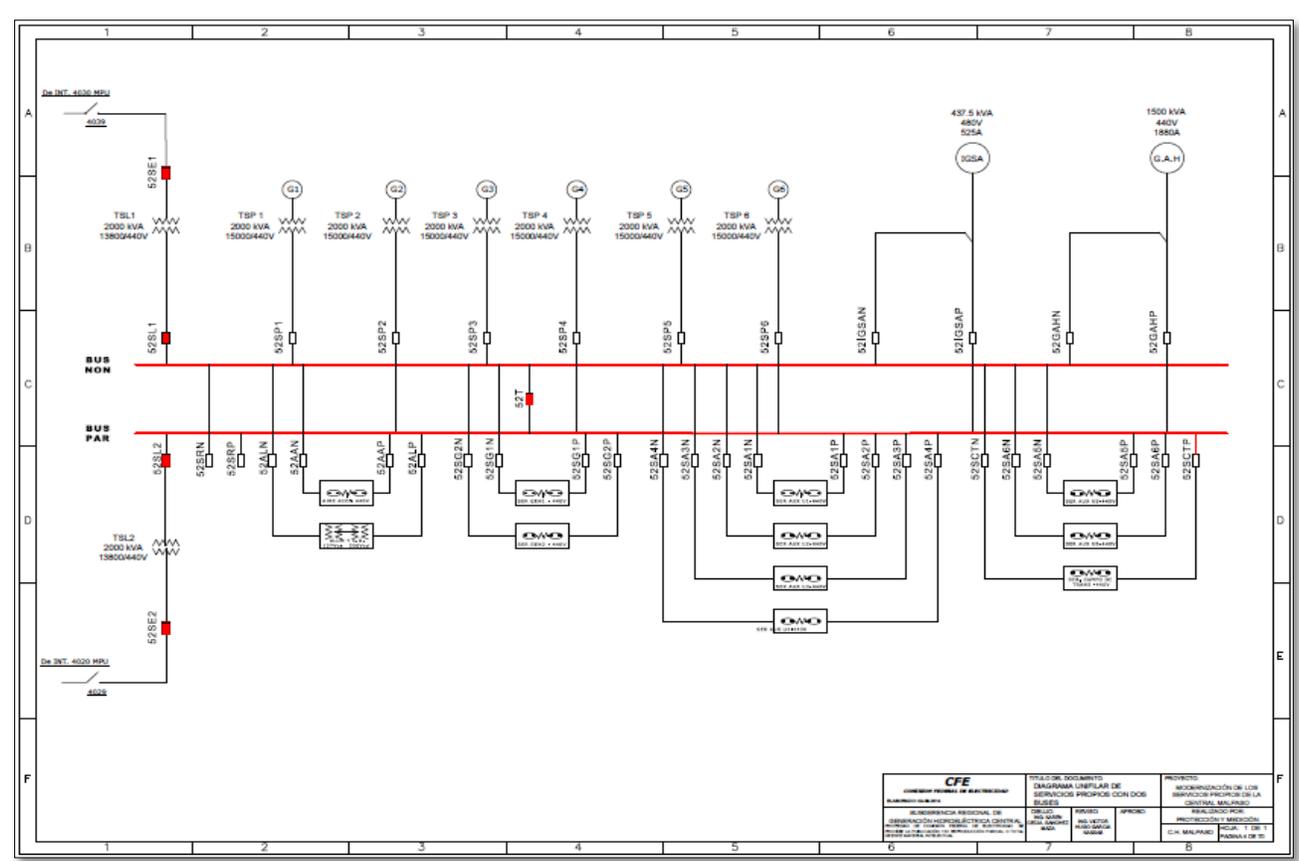


Figura 4.4 Diagrama unifilar, Alimentamos el Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020; y cerramos el interruptor de Transferencia con las condiciones de sincronismo.

Por lo tanto en la simulación se muestra el comportamiento de este, tenemos potencial en ambos buses, y condiciones iguales, de tal forma que podemos sincronizar las fuentes, en este caso se puede cerrar el interruptor de transferencia (52T), como primera condición en la simulación; (ver Figura 4.5).

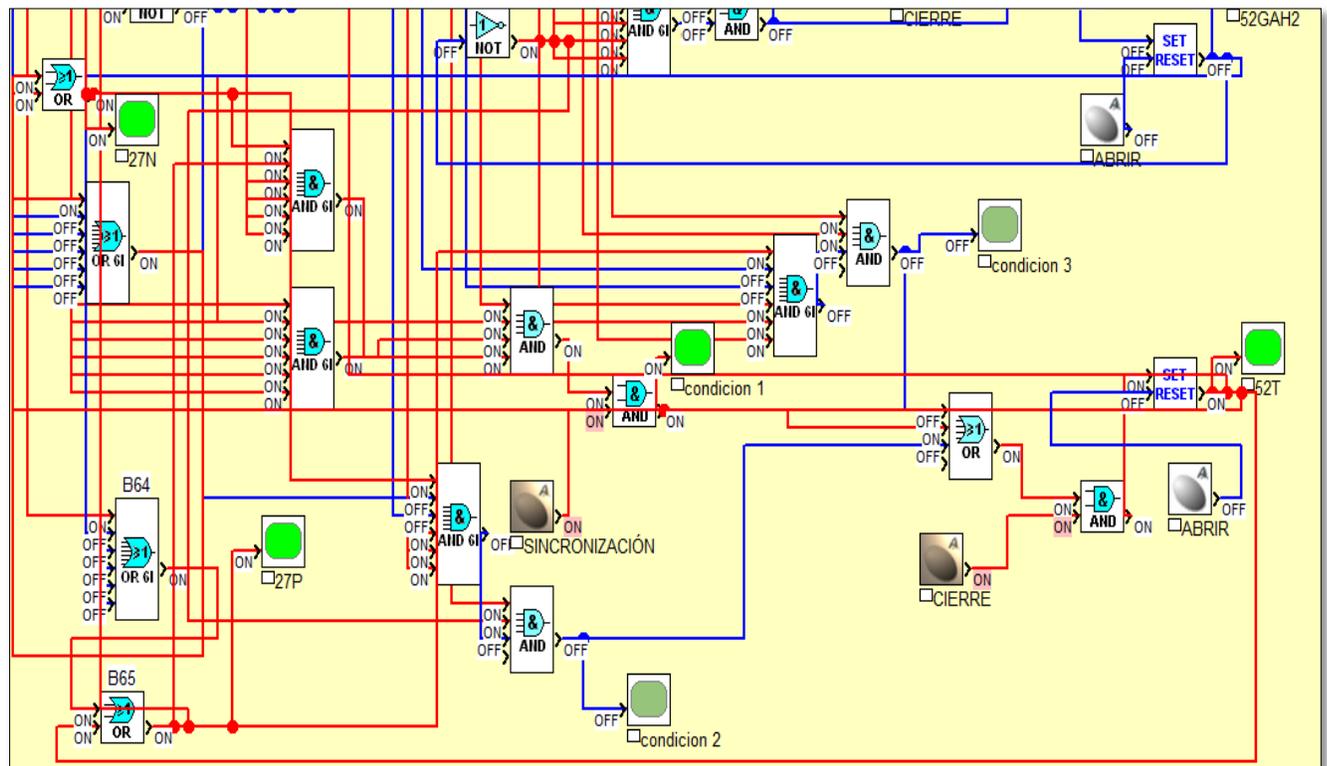


Figura 4.5 Simulación; Alimentación del Bus Non y Bus Par por medio de los Circuitos Exteriores 4030 y 4020; y cerramos el interruptor de Transferencia con las condiciones de sincronismo

3.- Alimentamos el Bus Non y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Par. Alimentamos el bus Non con el circuito 4020 cerrando los interruptores siguientes: por el lado de alta del transformador el interruptor (52E1), y por el lado de baja del transformador (52SL1) y automáticamente tenemos potencial en el bus (Ver Figura 4.6).

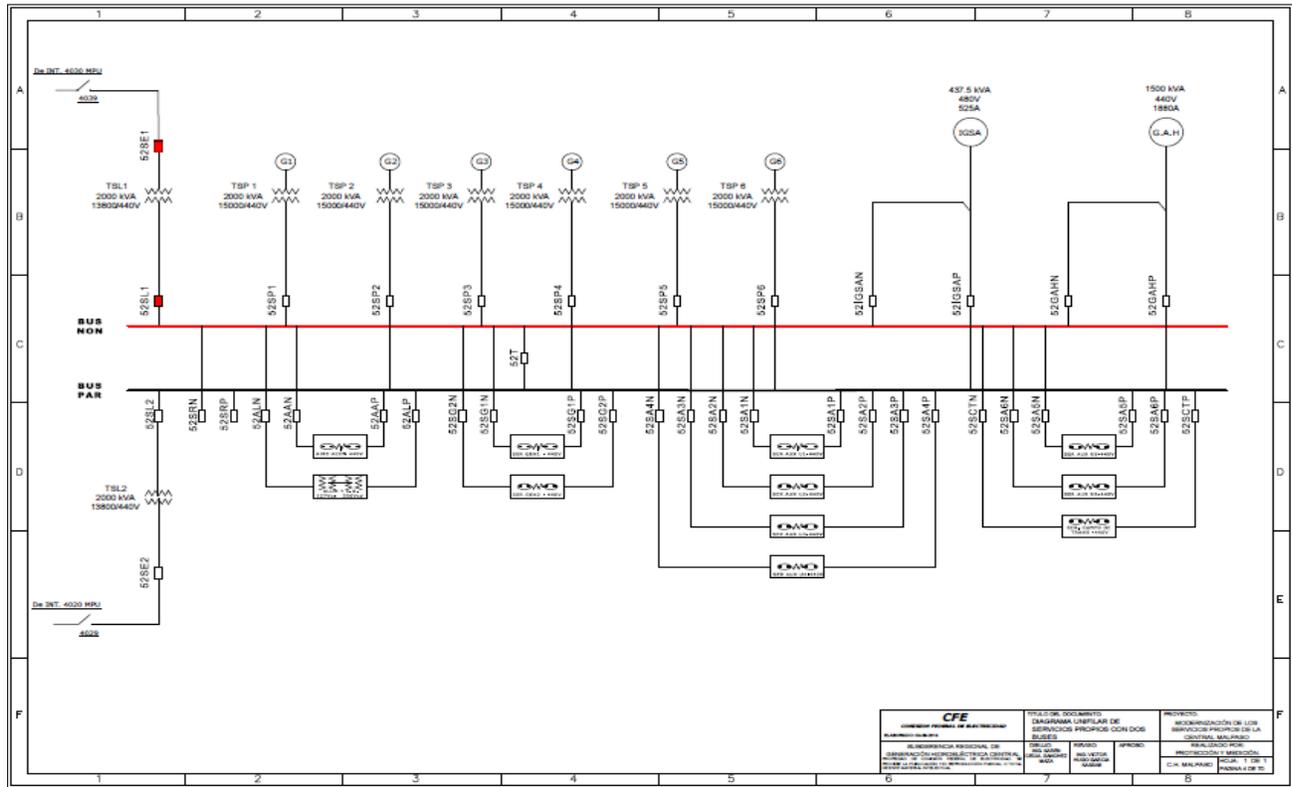


Figura 4.6 Diagrama unifilar; Alimentamos el Bus Non y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Par.

Se puede observar en la simulación, (figura 4.7) tenemos activado los dos interruptores, es decir tenemos potencial, lo cual nos permitirá cerrar el interruptor de transferencia (52T) siempre y cuando no haya potencial en el bus Par.

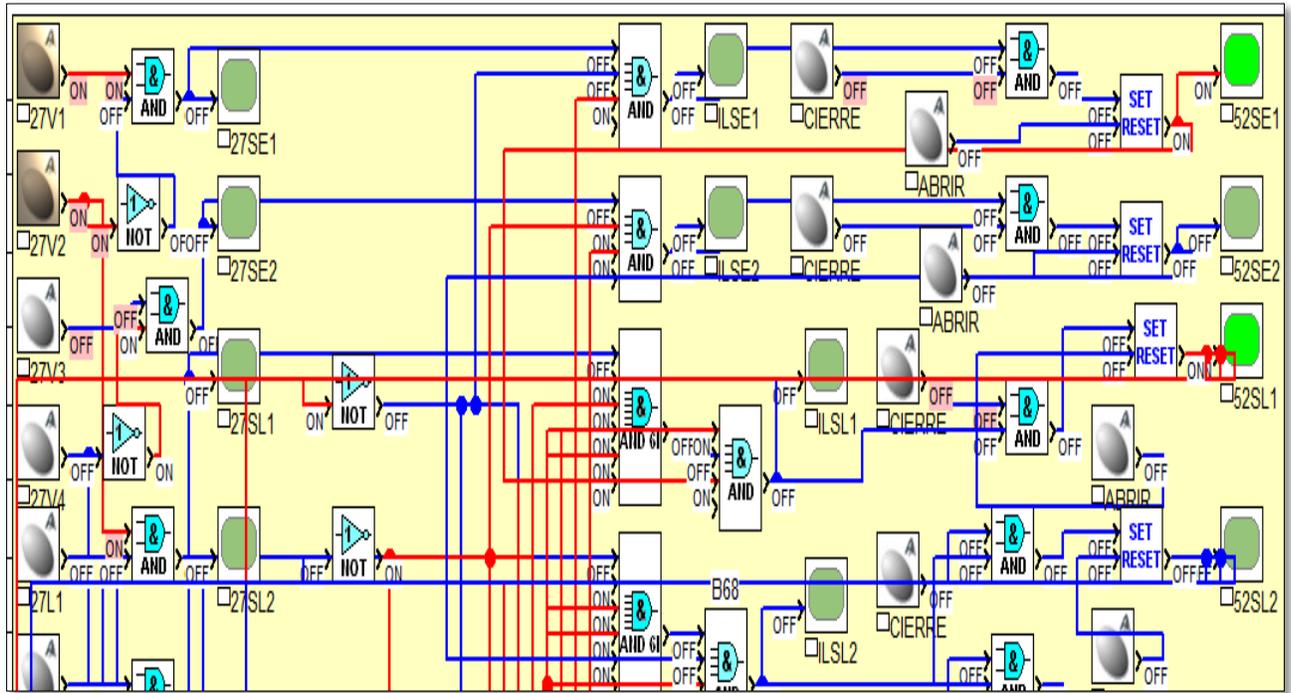


Figura 4.7 simulación; Alimentación del Bus Non y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Par.

En este caso se cumple la segunda condición para cerrar el interruptor de transferencia (52T) de acuerdo a lógica descrita (Ver Figura 4.8), tenemos potencial en el bus Non.

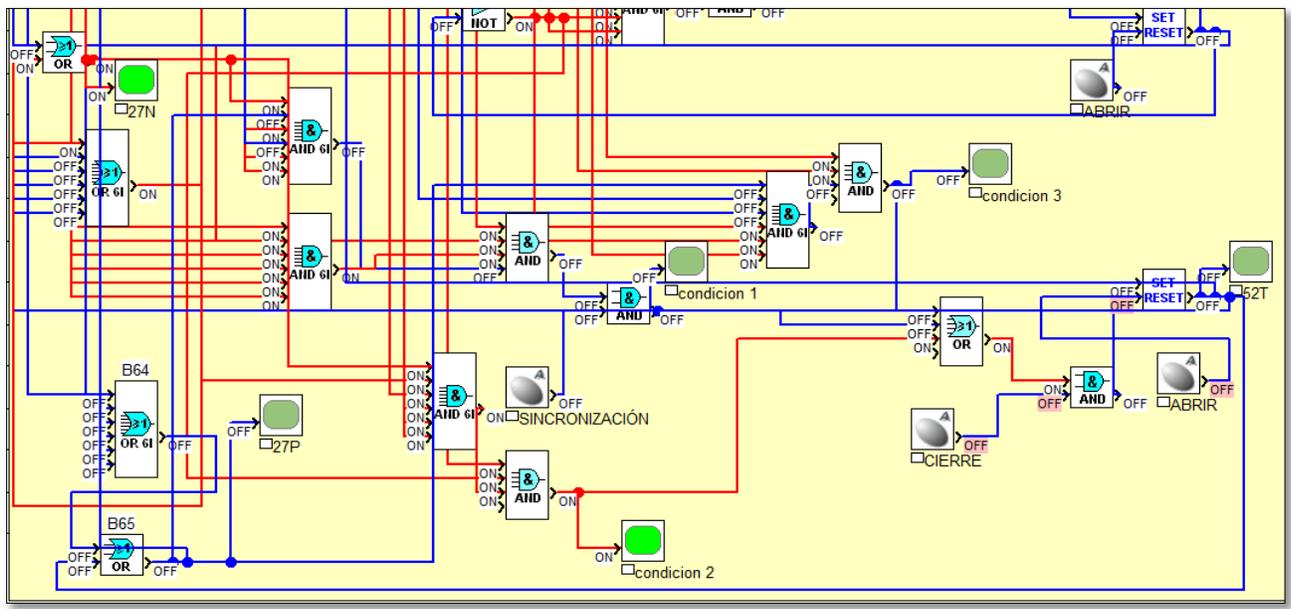


Figura 4.8 simulación, condición para cerrar el interruptor de transferencia (52T)

Así cerramos el Interruptor de Transferencia (52T) y de esta manera energizamos el Bus Par como se observa en la simulación (Ver Figura 4.9)

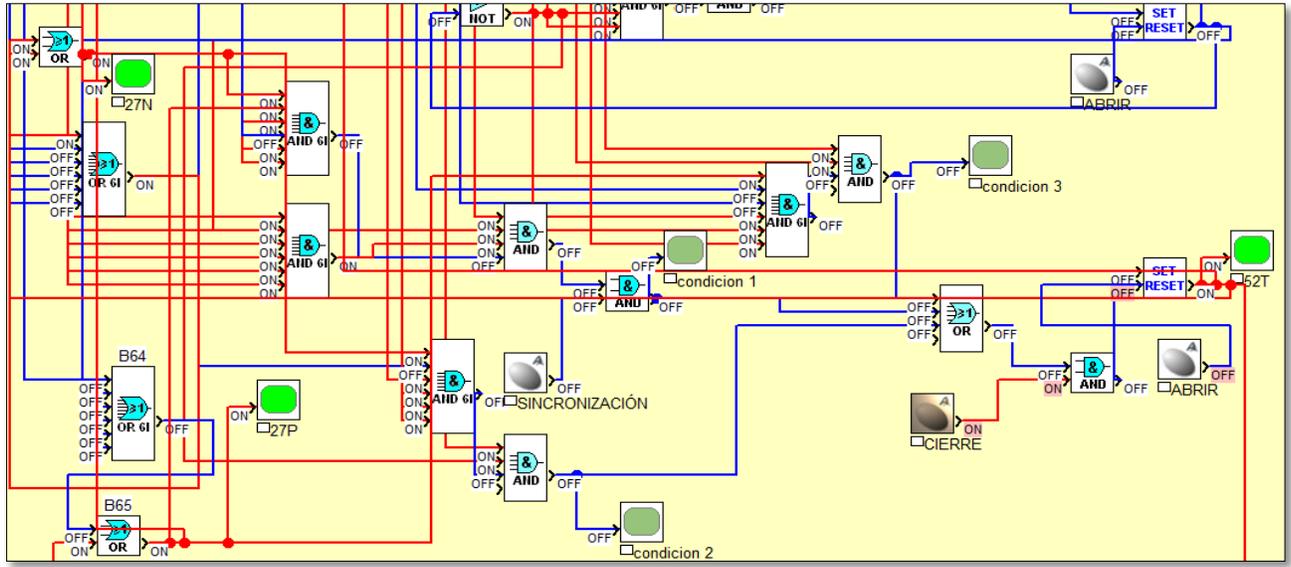


Figura 4.9 Simulación para energizar el bus Par.

También se puede ver en la simulación como esta energizado los dos buses de servicios propios por una alimentación exterior bien puede ser por el circuito 4020 o circuito 4030. (Ver Figura 4.10)

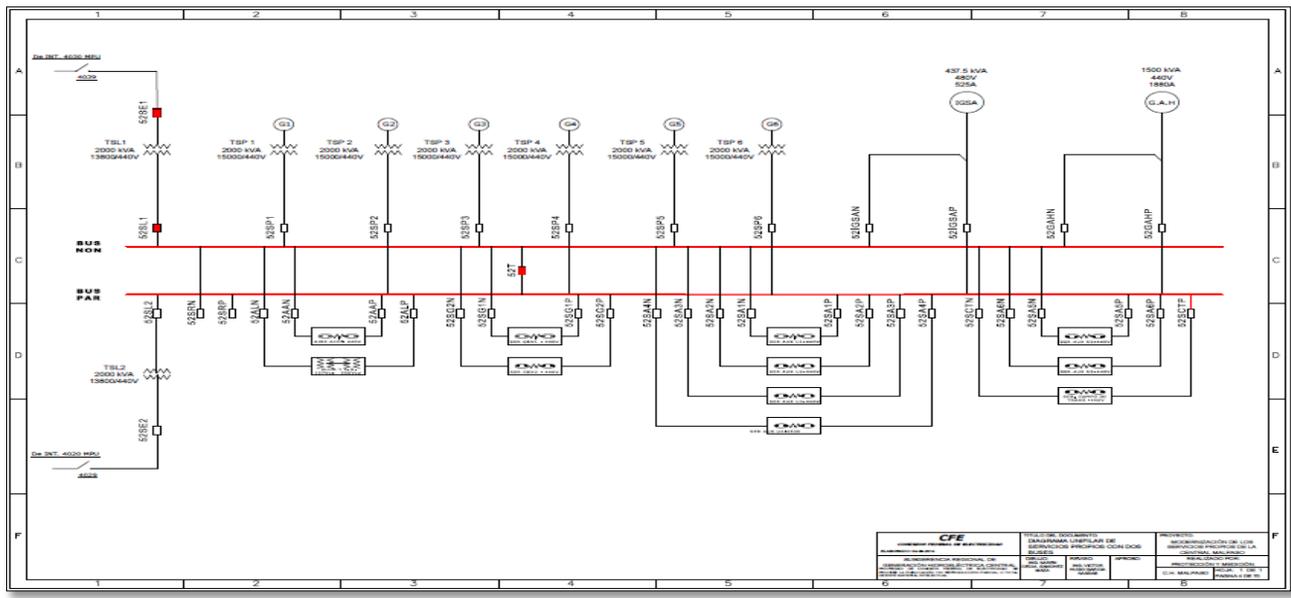


Figura 4.10 energizado los dos buses de servicios propios por una alimentación exterior

4.- Alimentamos el Bus Par y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Non. Alimentamos el bus Par con el circuito 4030 cerrando los interruptores siguientes por el lado de alta del transformador (52E2), y por el lado de baja del transformador (52SL2) y automáticamente tenemos potencial en el bus, como se observa en el diagrama unifilar (Ver Figura 4.11).

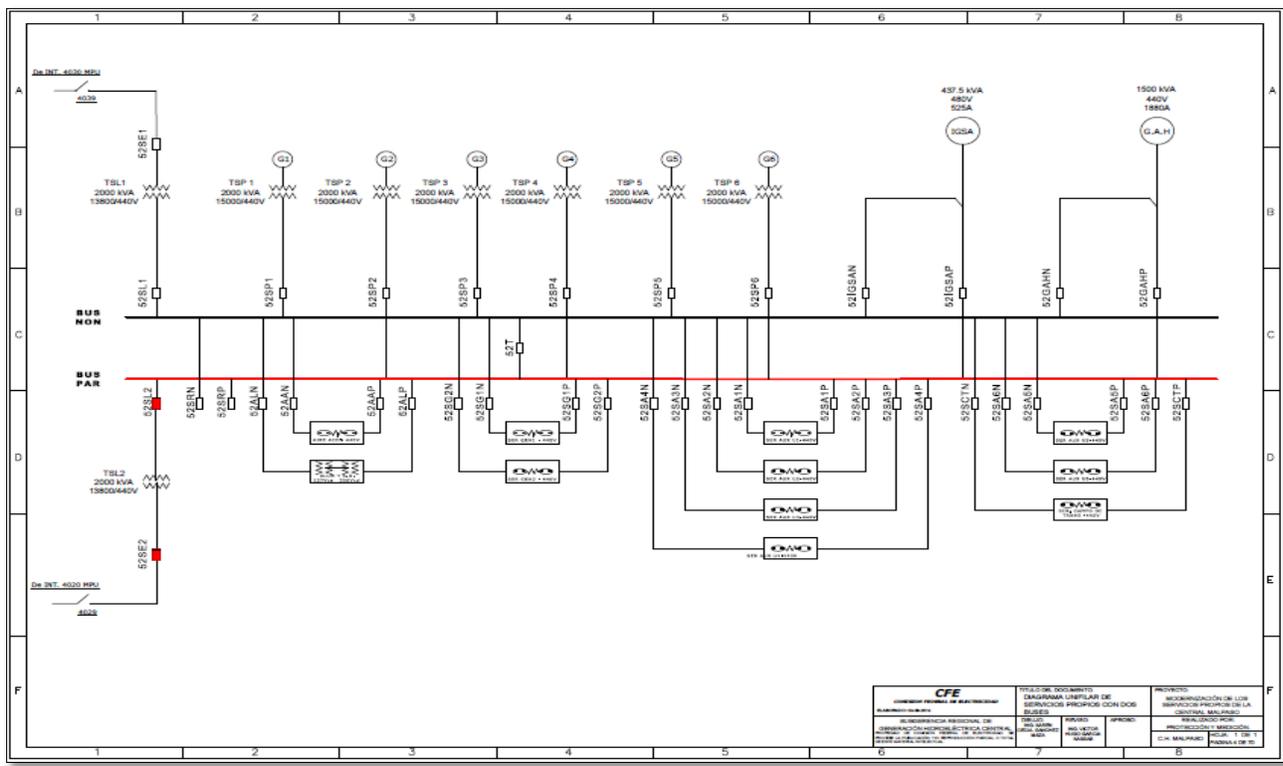


Figura 4.11 Alimentamos el Bus Par y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Non.

Para el caso de la simulación (ver Figura 4.12) se muestra activado los interruptores del circuito exterior 2.

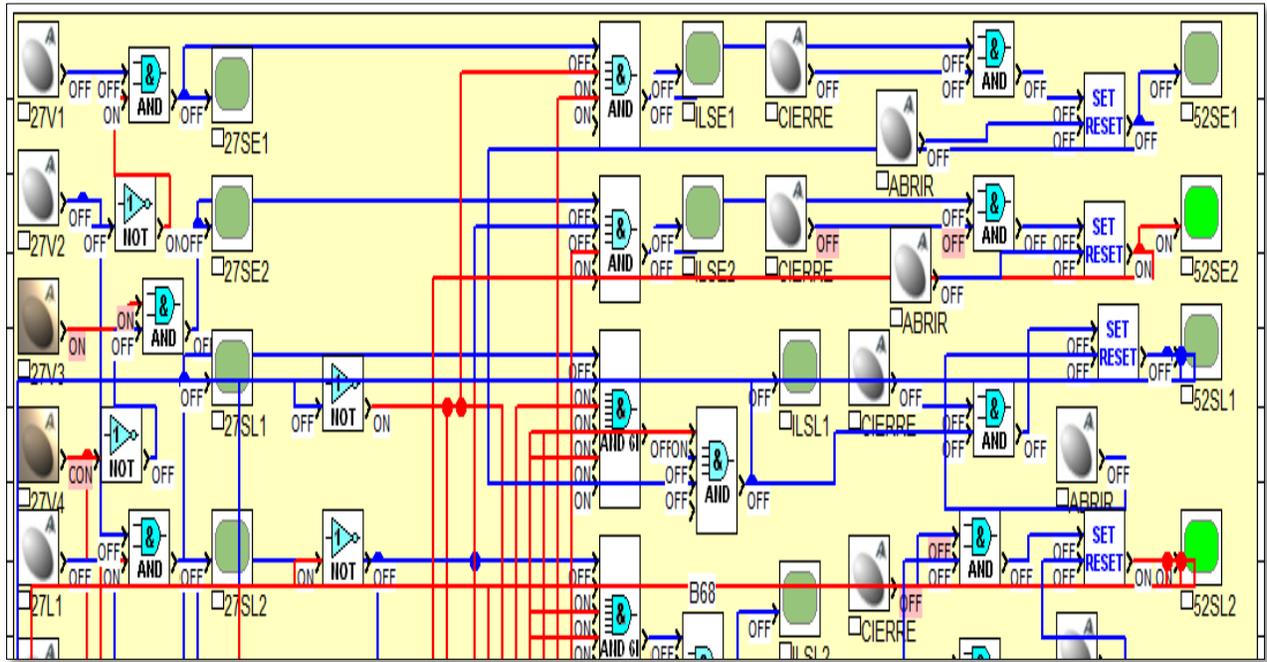


Figura 4.12 simulación; Alimentamos el Bus Par y por medio del Interruptor de Transferencia energizamos el Bus Non.

En este caso se cumple la condición 3 como se observa (Ver Figura 4.13) por la lógica preestablecida, teniendo potencial en el bus Par.

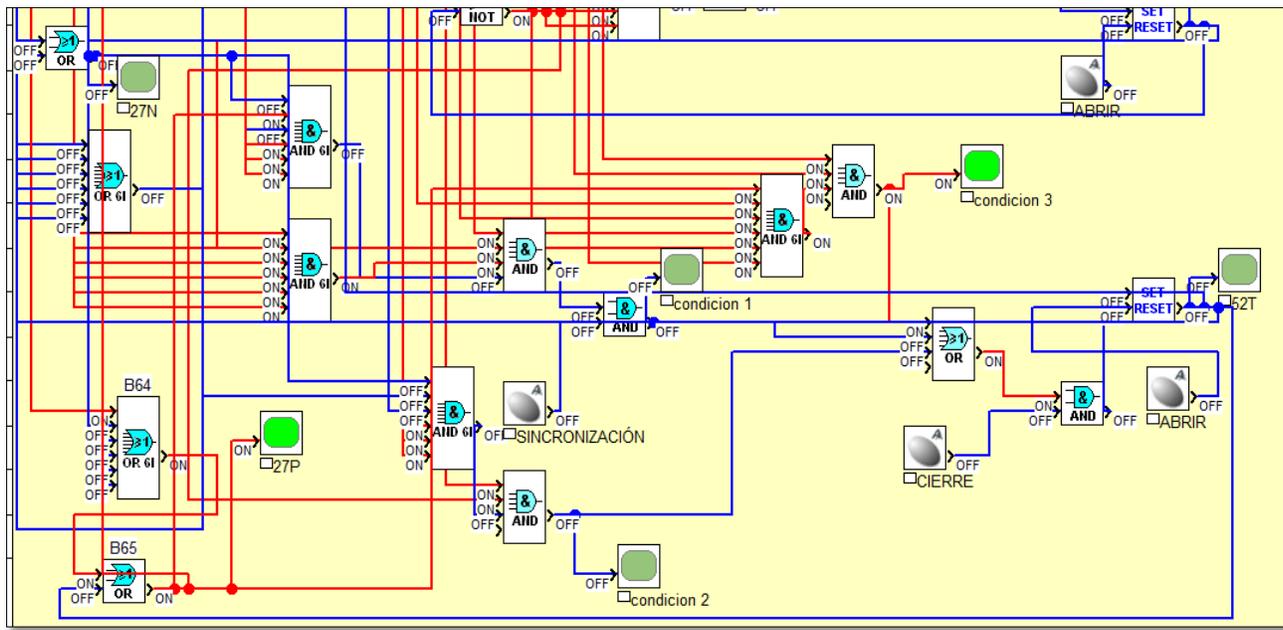


Figura 4.13 cuando se cumple la condición 3

De esta forma podemos cerrar el Interruptor de Transferencia (52T) y de tal manera que tenemos potencial en los dos buses Par y Non como se observa (Ver Figura 4.14).

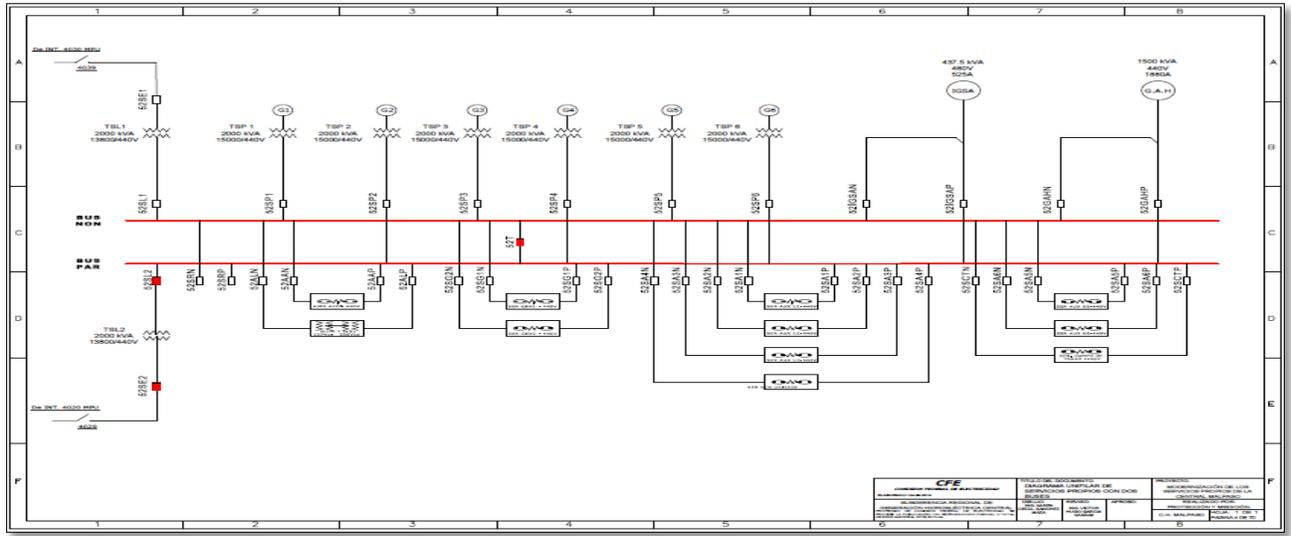


Figura 4.14 Cierre el Interruptor de Transferencia (52T)

Así mismo se puede ver en la simulación (ver Figura 4.15) que energizamos el bus Non cerrando el interruptor de transferencia (52T).

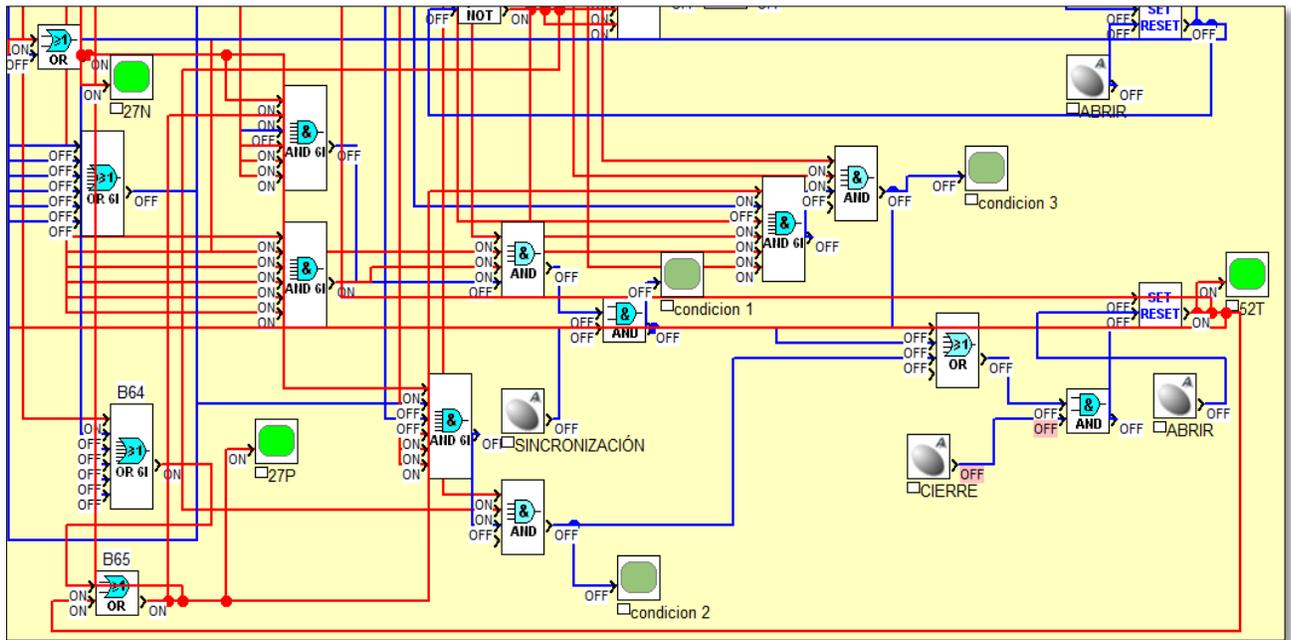


Figura 4.15 Energizamos el bus Non cerrando el interruptor de transferencia (52T).

5- Alimentamos solo uno de los dos Buses y se tiene abierto el Interruptor de Transferencia para alimentar las cargas de servicios propios. Se puede observar con potencial el Bus Non alimentado por el circuito exterior 4020 cerrando los interruptores por el lado del ata del transformador (52SE1) y por el lado de baja del transformador el interruptor (52SL1); y mantenemos abierto el interruptor de transferencia (52T) (ver Figura 4.16). Bien podemos alimentar los servicios propios por uno de los circuitos exteriores

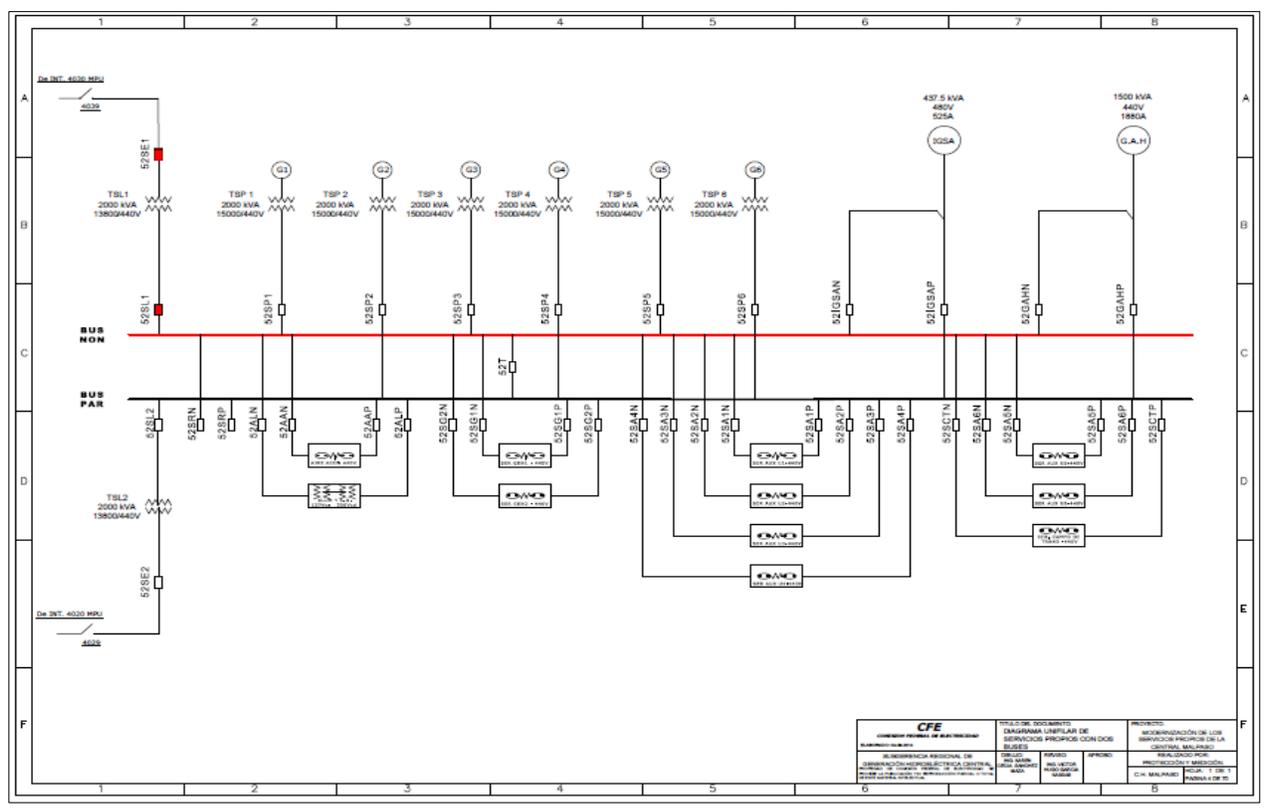


Figura 4.16 Diagrama unifilar Alimentamos solo uno de los dos Buses y se tiene abierto el Interruptor de Transferencia para alimentar las cargas de servicios propios.

Ahora bien cuando ocurre un disparo en el exterior se puede recuperar los servicios propios por medio de una de las unidades generadoras. Como se presenta continuación.

6.- Alimentamos el Bus Non y Bus Par por medio de la unidad 3 y 6 teniendo abierto el Interruptor de Transferencia. Se puede observar (ver Figura 4.17) que se tiene cerrado el interruptor de servicios propios de la unidad 3 (52SP3) que alimenta al bus Non y para alimentar el bus Par se tiene cerrado el interruptor de servicios propios de la unidad 6 (52SP6). Se mantiene abierto el interruptor de Transferencia debido a que en este caso no se puede hacer una sincronización por sus características distintas.

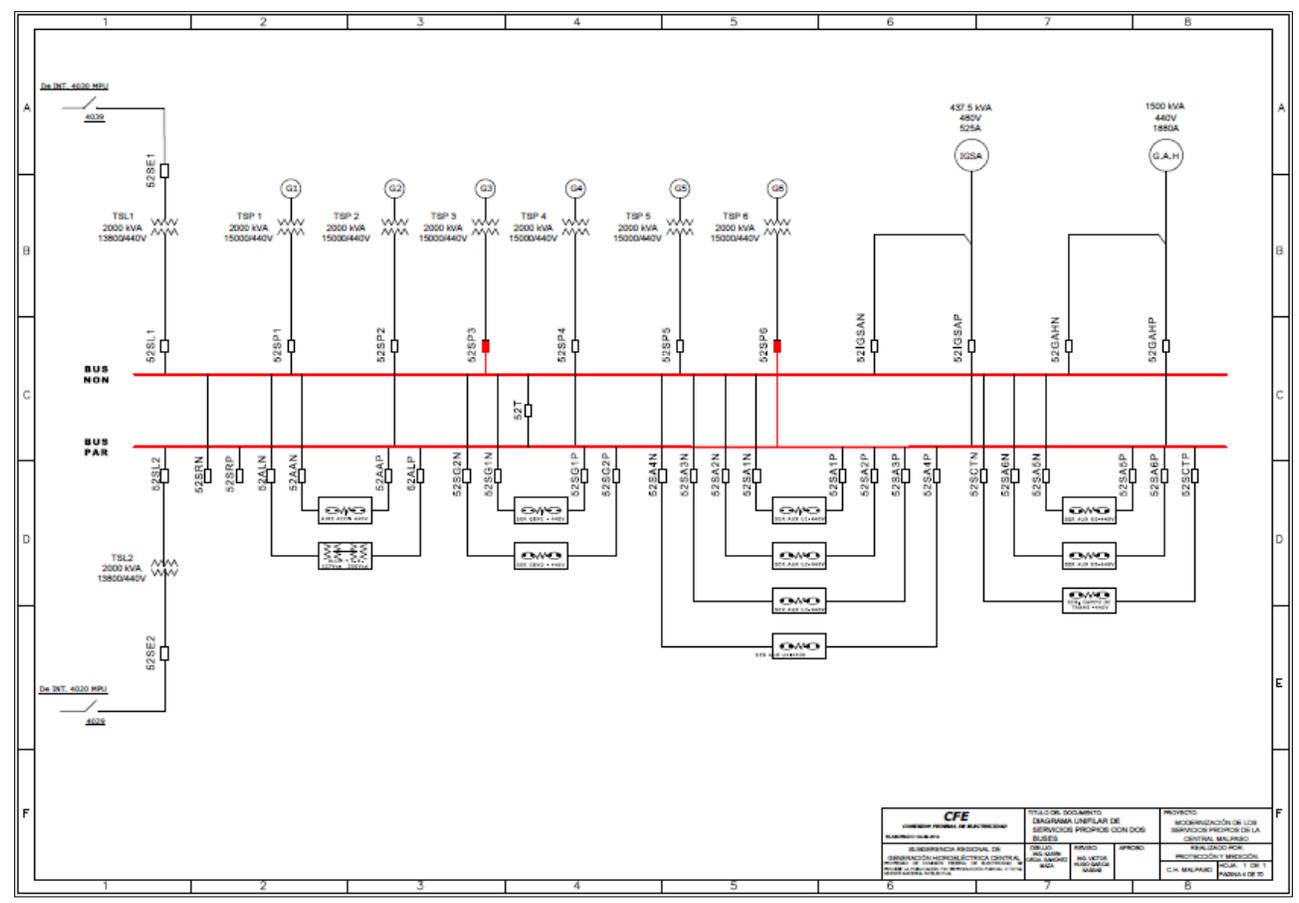


Figura 4.17 Alimentamos el Bus Non y Bus Par por medio de la unidad 3 y 6 teniendo abierto el Interruptor de Transferencia

Así se puede observar en la simulación (ver imagen 4.18) una vez cerrado los dos interruptores mantenemos potencial para alimentar ambos buses.

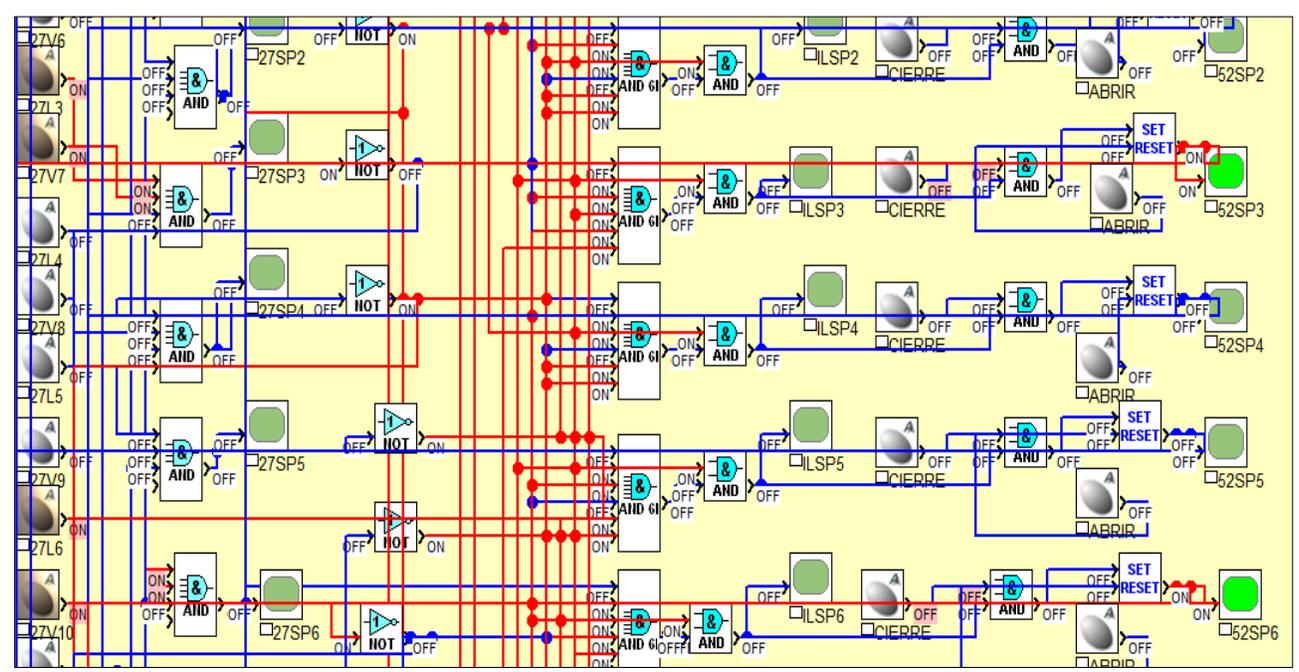


Figura 4.18 simulación Alimentamos el Bus Non y Bus Par por medio de la unidad 3 y 6 teniendo abierto el Interruptor de Transferencia

De la misma manera podemos observar (ver Figura 4.19). Tenemos potencial en el bus Par y el bus Non, por si deseáramos cerrar el interruptor de transferencia (52T) no nos permite el sistema, pero no es necesario porque así podemos alimentar las cargas de Servicios Propios

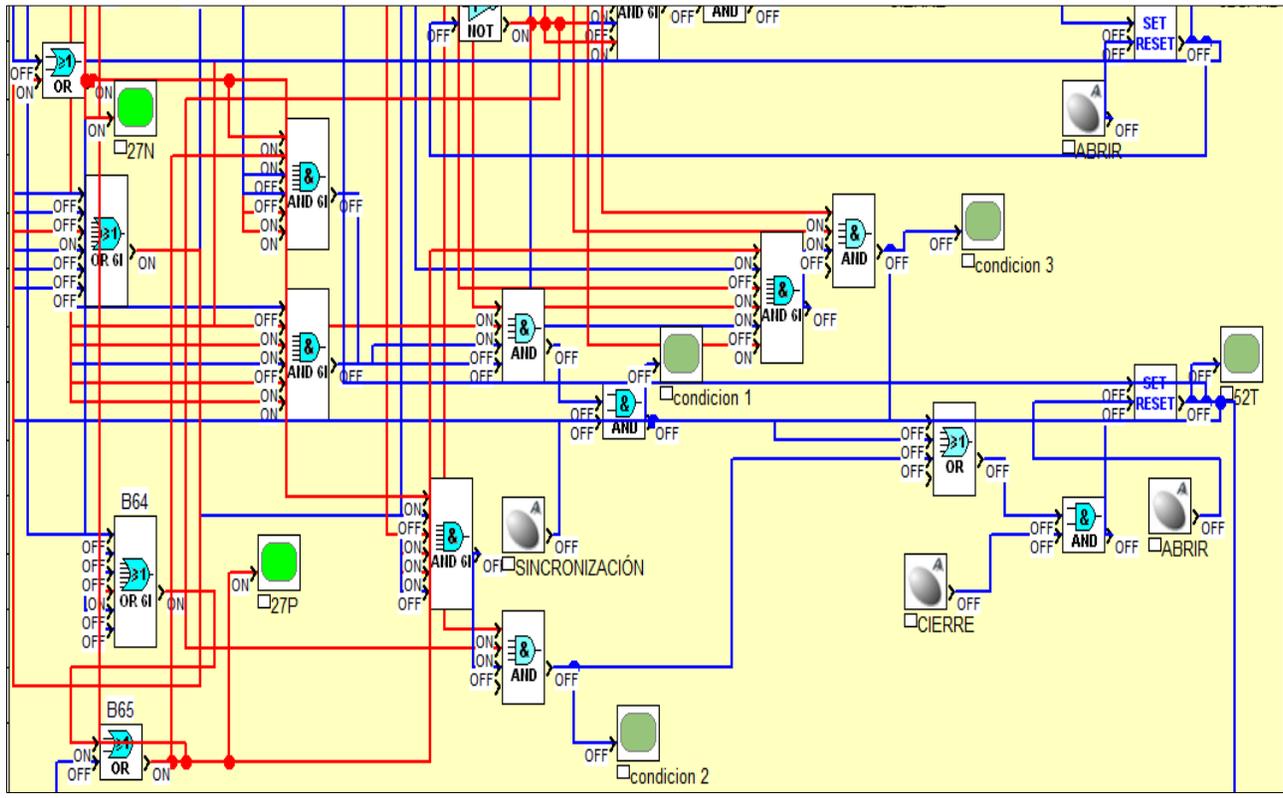


Figura 4.19 Simulación teniendo potencial en el los dos buses

Así mismo aplica para todas las unidades generadoras desde la unidad uno hasta la unidad 6, para restablecer los Servicios Propios, si deseamos alimentar los dos buses, o también si deseamos alimentar un solo bus, las condiciones ya están descritas en el sistema, mientras cumpla las condiciones nos permitirá el cierre de lo contrario será denegado.

Pero también para un arranque negro como se conoce, que sería un caso extremo se tiene como respaldo las unidades Auxiliares Diésel (IGSA) e Hidráulica, con las cuales podemos iniciar el arranque de una Unidad Generadora y recuperar los Servicios Propios de la Central; como se describe en seguida.

7.- Alimentamos cualquiera de los dos buses por medio de la unidad Auxiliar Diésel.
La unidad Diésel cuenta con dos interruptores uno para alimentar el bus Non y uno para alimentar al bus Par, para este ejemplo se cierra el interruptor (52IGSAN) el que está alimentando al bus Non (Ver Figura 4.20).

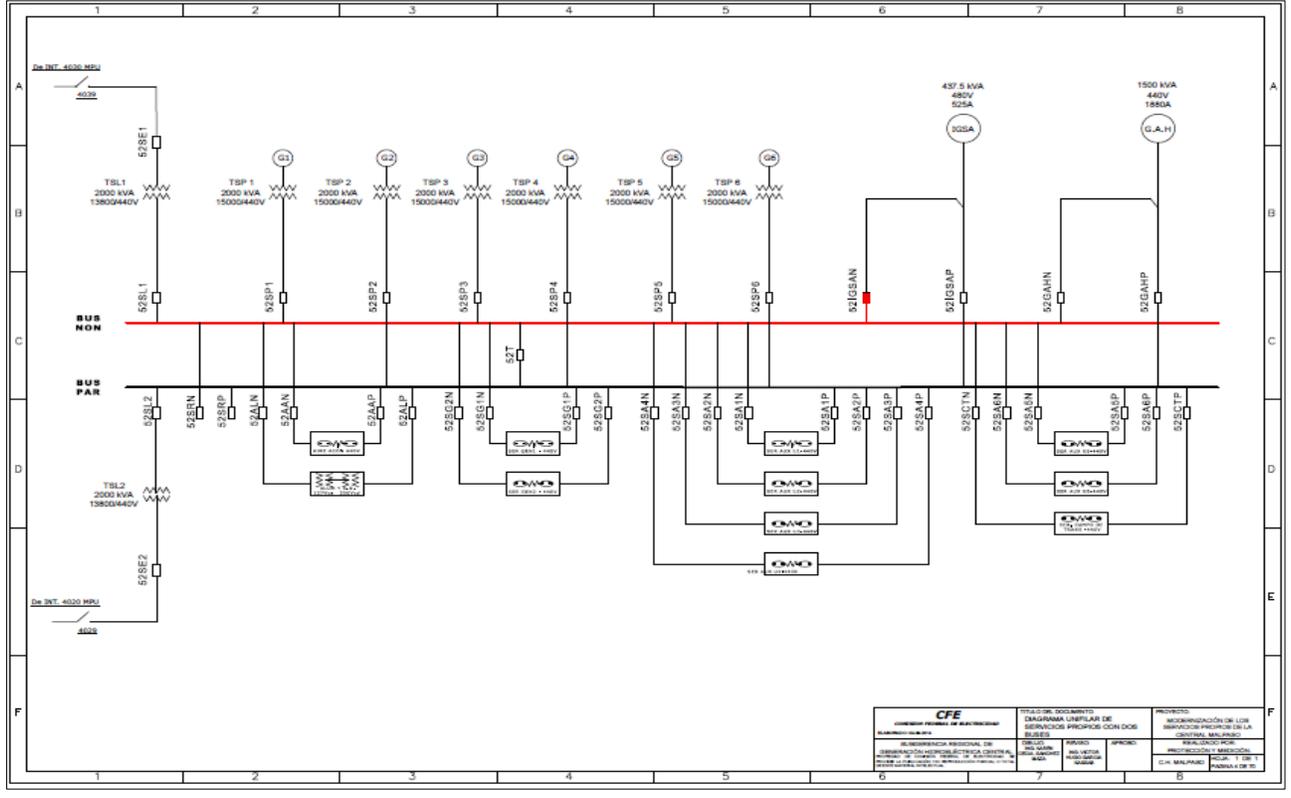


Figura 4.20 diagrama unifilar Alimentamos cualquiera de los dos buses por medio de la unidad Auxiliar Diésel.

Así mismo se puede observar en la simulación, (ver Figura 4.21) que podemos cerrar el interruptor de la unidad auxiliar diésel (IGSA), bien puede cerrarse el interruptor que alimenta el bus Par, pero debo mencionar que no podemos alimentar ambos buses por la capacidad de la unidad auxiliar, y lo que nos interesa es restablece una unidad, lo aremos sin complicaciones alimentando un solo bus. En este caso cerramos el interruptor (52IGSAN).

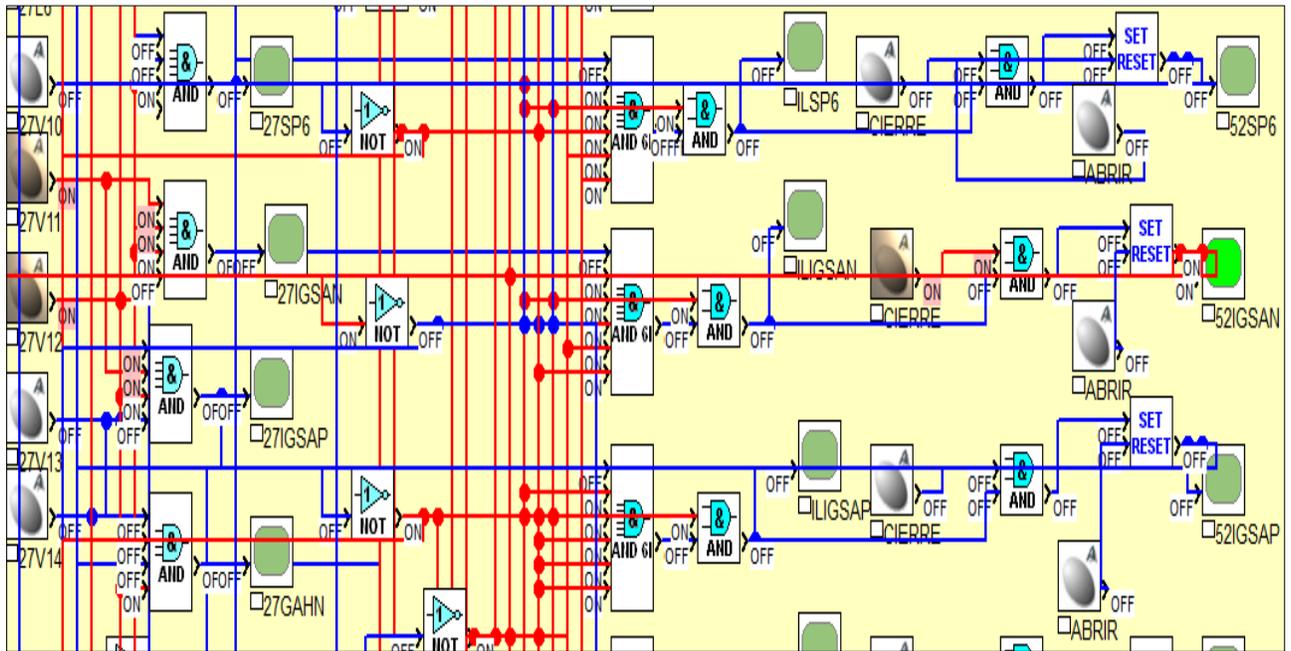


Figura 4.21 Simulación Alimentamos cualquiera de los dos buses por medio de la unidad Auxiliar Diésel.

Así mismo siempre y cuando las demás unidades estén en condiciones operativas se podrán alimentar las buses, o también puede ser un solo bus, de tal manera que siempre se tenga potencial para las cargas que la integran

8.- Alimentamos uno de los Buses por medio de la Unidad Auxiliar Hidráulica. La unidad Auxiliar Hidráulica cuenta con dos interruptores similar al anterior, un interruptor que alimenta al bus Non y un interruptor que alimenta al bus Par. Para este ejemplo cerramos el interruptor (52GAHP) que alimenta el bus Par, (Ver Figura 4.22).

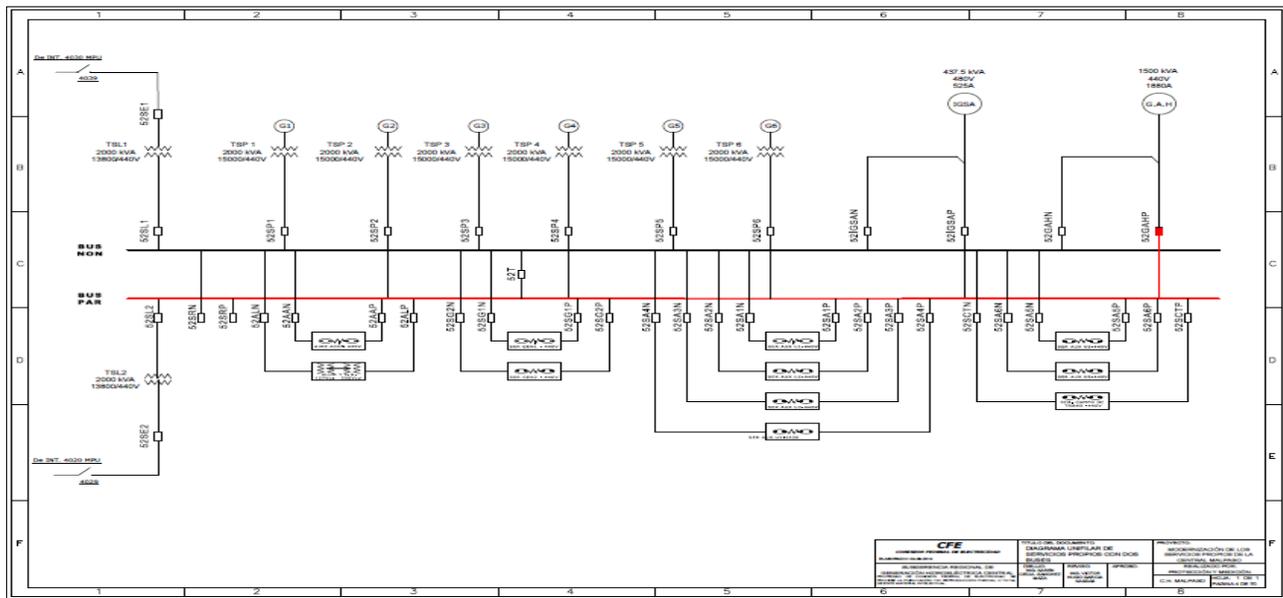


Figura 4.22 Diagrama unifilar Alimentamos uno de los Buses por medio de la Unidad Auxiliar Hidráulica

Lo que observamos en la simulación (ver imagen 4.23), cerramos el interruptor que alimenta el bus Par, lo tenemos activado es decir con potencial, una vez cerrando este interruptor tendremos potencial en el bus.

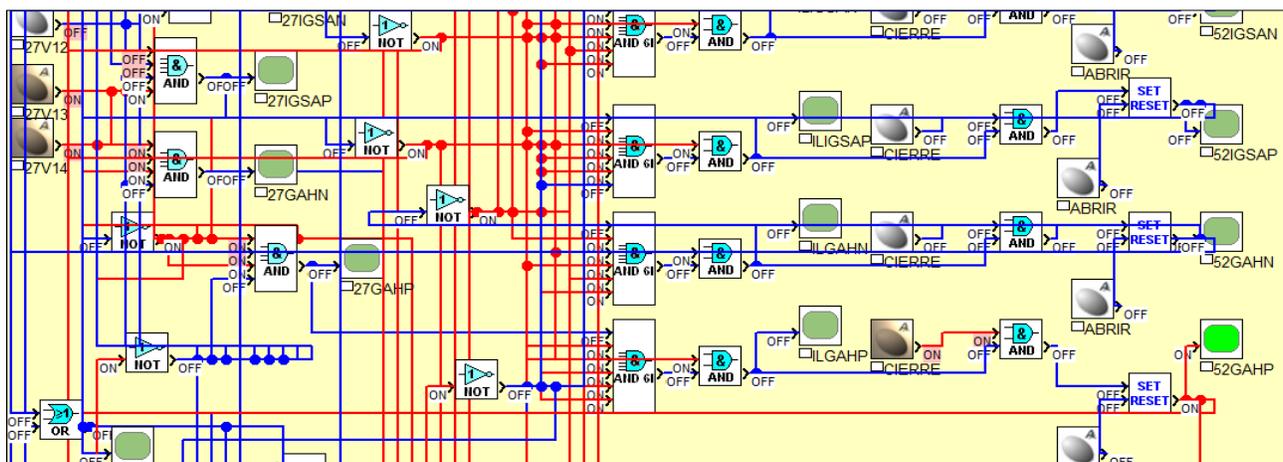


Figura 4.23 simulación Alimentamos uno de los Buses por medio de la Unidad Auxiliar Hidráulica

De la misma forma no se necesita cerrar ambos interruptores que alimenten a los dos buses, por lo tanto aun que lo intentemos nuestro sistema no lo permitirá, por la capacidad de esta unidad auxiliara. Además lo que necesitamos es alimentar las cargas de servicios auxiliares de una de las unidades generadoras, porque una vez arrancando una unidad generadora podremos alimentar todos los Servicios Propios de casa de máquinas de la Central Hidroeléctrica Malpaso.

(TEAM ARTECHE, ESPAÑA, 2010). **También se contribuyó en el Esquema de Mediciones de los Servicios Propios.**

Para todo sistema se requiere de mediciones control y protección y sobre todo cuando hablamos de una empresa como comisión federal de electricidad, en este caso, en el área de generación o producción, por lo tanto se necesita tener el control de sistema y el comportamiento de las variables a medir.

Es por ello que se integraron medidores de la marca ARTECHE al esquema que actualmente se tiene para la medición de servicios propios de la central desde la unidad uno a la unidad seis; así mismo para la unida auxiliar IGSA. Estos medidores nos darán las señales de voltaje y corriente así mismo de la potencial en watts (W).

Esto se realizó con el fin de que en la modernización futura se tenga el control del comportamiento de nuestras señales, antes mencionadas, es decir que se actualicen los dispositivos que se tienen actualmente para mediciones de las mismas. En este caso se realizaron las conexiones correspondientes que nos darán estas señales (ver figura 4.24).

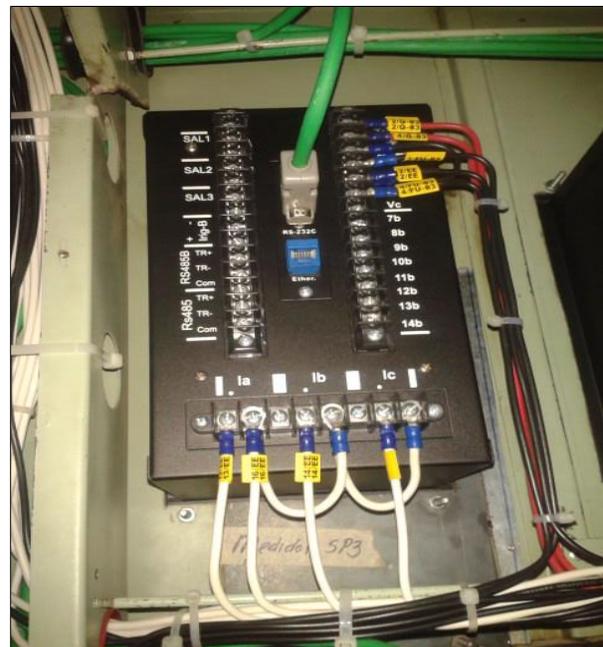


Figura 4.24. Instalación de los Medidores de Energía de la marca ARTECHE.



Figura 4.25. Medidores que se colocaron en servicio.



Figura 4.26. Prueba de las Funciones. (Medición de Voltaje, Corriente, frecuencia y potencia)



Figura 4.27 vista Frontal de los Medidores de Energía ARTECHE

Referencias Bibliográficas

ANDERSON Paul M. "Power System Protection", IEEE Press series on Power Engineering, 1999, pp1307

Balseca Acosta Juan Fernando "Diseño e Implementación del Prototipo de Interface Persona Maquina (HMI) del Sistema de Control de la Unidad Generadora nº 1 de la Central Hidroeléctrica Pucara, Escuela Politécnica del Ejercito Sede, Latacunga-Ecuador, año 2007.

Carrasco Desales Argenis y Castillo Altamirano José Manuel, "Levantamiento y Análisis de Fuerza y alumbrado de la unidad de servicios bibliotecarios de información (USBI) Campus Coatzacoalcos", Universidad Veracruzana, Coatzacoalcos Veracruz, Mayo 2010.

Departamento de Protección y Medición "Servicios Propios de la Subgerencia Hidro-Grijalva", Comisión Federal de Electricidad, Julio 2013, Malpaso, Chiapas.

Gabriel González González, Enrique Oswaldo Luna Murias, "Análisis de Corto Circuito a Sistemas Eléctricos", Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 2010.

Gerardo T. Núñez Pérez Tejada, Javier García Hernández, "Guía para la Modernización y Operación de los Servicios Auxiliares en Centrales Hidroeléctricas", CFE, subdirección de Generación, Septiembre 2009

Gilberto Enríquez Harper "Fundamentos de protección de sistemas eléctricos por relevadores", 2008 casa del libro Gandhi

Gilberto Enríquez Harper, "Manual del técnico en subestaciones eléctricas" editorial LIMUSA, 2008 edición 1

G. Enríquez Harper, "Manual del técnico en subestaciones eléctricas, industriales y comerciales", Ed. Limusa, 2008, ISBN: 9789681871659

Guillermo Arreguin Carral "Diagrama unifilar, la radiografía de tu instalación eléctrica" pág. 1 y 2

Harjeet Singh Gill, "An algorithm for protecting power Transformers", Thesis of Master of Science in the Department of Electrica Engineering University of Saskatchewan, Canada Julio 1997, pp185

TEAM ARTECHE. "Manual de usuario para la protección Diferencial de Transformador", relevador team arteche, modelo H04Z1BUB04, Vizcaya, España, 2002.

Referencias de Internet

http://www.jenijos.com/CENTRALESHIDROELECTRICAS/centrales_hidroelectricas.htm

<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/x/NRF-056.pdf>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>

<http://www.igsapower.com.mx/pagina.php?PID=192> para el arranque negro

http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/learn/reports/Premio_2008-CFE.pdf

Anexos

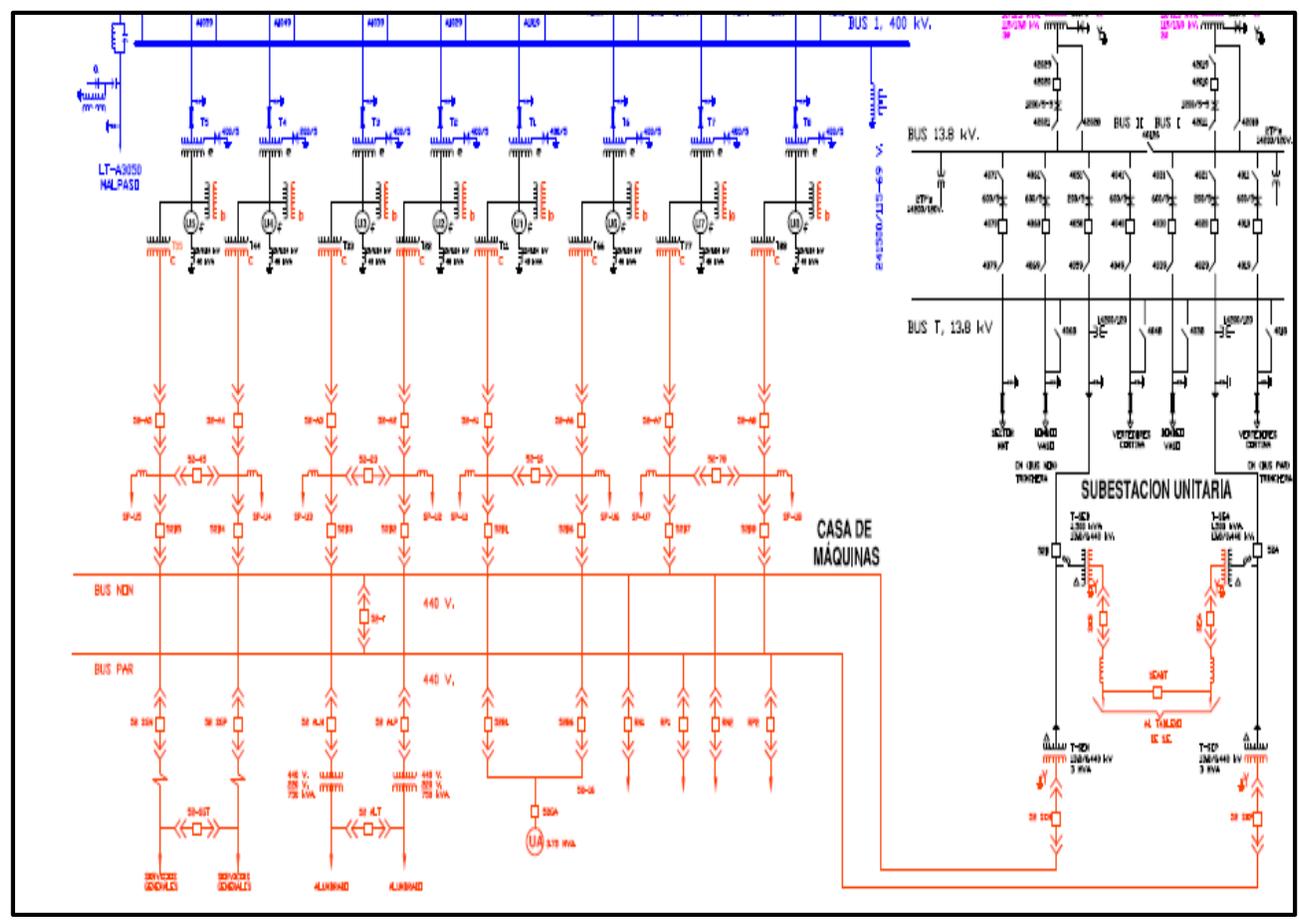


Figura 5.1 Unifilar de Servicios Propios de la C. H. Manuel Moreno Torres (Arreglo H)

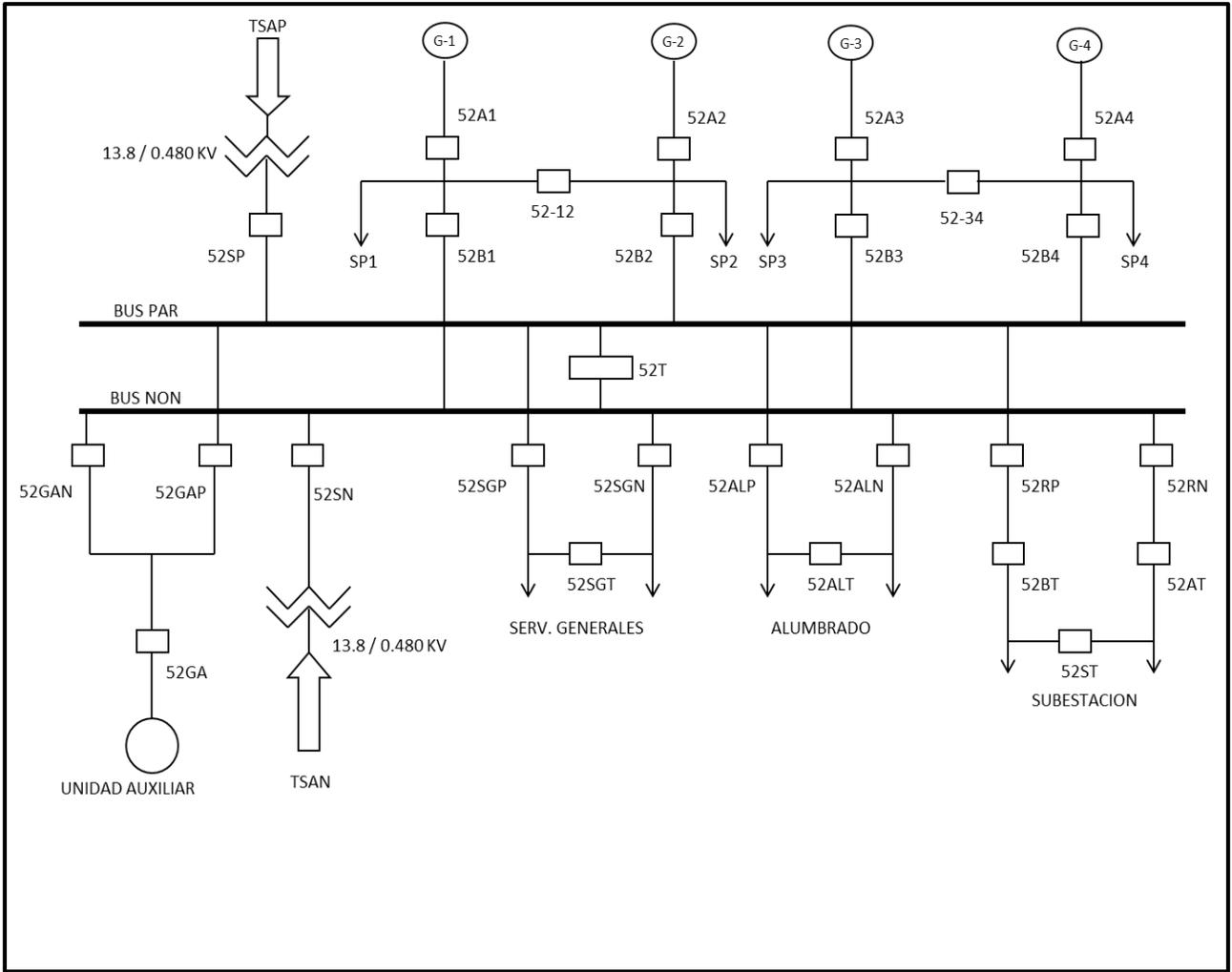


Figura 5.2 Unifilar de Servicios Propios de la C. H. Ángel Albino Corzo (Arreglo H)

Tabla 5.1 Nomenclatura de los interruptores que componen los Servicios Propios de la CH Malpaso.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
52SE1	INTERRUPTOR DE SERVICIOS EXTERIORES 4030
52SE3	INTERRUPTOR DE SERVICIOS EXTERIORES 4020
52SL1	INTERRUPTORES DE ENLACE DE SERVICIOS EXTERIORES 4030
52SL2	
52SL6	
52SL5	INTERRUPTORES DE ENLACE DE SERVICIOS EXTERIORES 4020
52SP56	INTERRUPTOR DE ENLACE DEL BUS 5 Y BUS 6
52SP1	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 1
52SP2	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 2
52SP3	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 3
52SP4	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 4
52SP5	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 5
52SP6	INTERRUPTOR DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDAD 6
52GA1	INTERRUPTORES DE GENERADOR AUXILIAR HIDRAULICO
52GA2	
52IGSA1	INTERRUPTOR GENERADOR AUXILIAR DIESEL
52AA1	INTERRUPTORES DE AIRE ACONDICIONADO
52AA2	
52AL1	INTERRUPTORES DE ALUMBRADO
52AL2	
52SG1	INTERRUPTORES DE SERVICIOS GENERALES PRIMERA ETAPA
52SG2	
52SA41	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 4
52SA42	
52SA31	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 3
52SA32	
52SA21	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 2
52SA22	
52SA11	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 1
52SA12	
52SA55	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 5
52SA56	
52SA65	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDAD 6
52SA66	
52SG5	INTERRUPTORES DE SERVICIOS GENERALES SEGUNDA ETAPA
52SG6	
52SR5	INTERRUPTORES DE RESERVA
52GA3	INTERRUPTORES DE RESERVA
52SCL1	INTERRUPTORES DESHABILITADOS
52SCL2	INTERRUPTORES DESHABILITADOS
52SCT1	INTERRUPTOR DE CAMPO DE TRANSFORMACIÓN

52SCT2	INTERRUPTOR DE CAMPO DE TRANSFORMACIÓN DESHABILITADO
--------	--

Tabla 5.2 datos y cálculos de los transformadores de la C. H. Malpaso

DATOS Y CÁLCULOS DE LOS TRANSFORMADORES DE LA C. H. MALPASO

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS EXTERIORES 1 ETAPA							
CAPACIDAD KVA	R200WP/Z	H KV	L KV	60 HZ	TEM	MARCA	D. VECTORIAL
2000	TIPO SECO	13.8	0.44	%Z = 8.0	170°C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	83.67395206	2624.319405				
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS EXTERIORES 2 ETAPA							
CAPACIDAD KVA	R200WP/Z	H KV	L KV	60 HZ	TEM	MARCA	ΔY
2000	TIPO SECO	13.8	0.44	%Z = 7.19	150 °C	REX	
	I MAX==>	83.67395206	2624.319405				
TRANSFORMADOR DE EXITACION U1							
2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 6.72	170 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	24248.71131	1616.580754				
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U1							
2000	SECO ENCAP. RES EPOX	15	0.44	%Z = 6.10	135°C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				
TRANSFORMADOR DE EXITACION DE LA U2							
2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 6.72	170 °C	VOLTRAN	ΔY
	I MAX==>	107.7720502	1616.580754				
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U2							
2000	ENCAP. EN RES. EPOX	15	0.44	%Z = 7.52	135 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				
TRANSFORMADOR DE EXITACION U3							

2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 8.94	170 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	107.7720502	1616.580754				

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U3

2000	ENCAP. EN RES. EPOX	15	0.44	%Z = 5.65	135 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				

TRANSFORMADOR DE EXITACION U4

2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 6.81	170 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	107.7720502	1616.580754				

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U4

2000	ENCAP. EN RES. EPOX	15	0.44	%Z = 6.04	135 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				

TRANSFORMADOR DE EXITACION U5

2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 6.72	170 °C	DEEMSA	ΔY
	I MAX==>	107.7720502	1616.580754				

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U5

2000	ENCAP. EN RES. EPOX	15	0.44	%Z = 6.10	135 °C	VOLTR N	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				

TRANSFORMADOR DE EXITACION U6

2800	TIPO SECO	15	1	%Z = 6.72	170°C	DESMSA	ΔY
	I MAX==>	107.7720502	1616.580754				

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS U6

2000	ENCAP. EN RES. EPOX	15	0.44	%Z = 6.10	135°C	VOLTR N	ΔY
	I MAX==>	76.98003589	2624.319405				

Tabla 5.3 Subestación elevadora C. H. Malpaso. Ventiladores de los transformadores de potencia, alimentado desde servicios propios.

	VENTILADORES DE LA UNIDAD UNO TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP	(V)	(I)	PW=V*I COS1	
							(W)	(KW)		
FASE A	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE B	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE C	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76

	VENTILADORES DE LA UNIDAD DOS TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP	(V)	(I)	PW=V*I COS1	
							(W)	(KW)		
FASE A	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE B	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE C	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
							(I) TOTAL U2	24	P. TOTAL U2	18.29

	VENTILADORES DE LA UNIDAD TRES, TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP			PW=V*I COS1	
							(V)	(I)	(W)	(KW)
FASE A	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE B	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE C	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
							(I) TOTAL U3	24	P. TOTAL U3	18.29

	VENTILADORES DE LA UNIDAD CUATRO TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP	(V)	(I)	PW=V*I COS1	
							(W)	(KW)		
FASE A	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE B	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
FASE C	M. VENT 1	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 2	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 3	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 4	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 5	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 6	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 7	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
	M. VENT 8	220/440	3/1 A	3	60	1.5/1	440	1	762.10	0.76
							(I) TOTAL U4	24	P. TOTAL U4	18.29

FASE A	VENTILADORES DE LA UNIDAD CINCO, TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP	(V)	(I)	PW=V*I COS1	(KW)
							(V)	(I)	(W)	(KW)
FASE A	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
FASE B	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
FASE C	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
							(I) TOTAL U5	48	P. TOTAL U5	36.58

FASE A	VENTILADORES DE LA UNIDAD SEIS TRES FASES						DATOS CON QUE TRAJA		CÁLCULO	
	NOMBRE	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FASES	(HZ)	HP	(V)	(I)	PW=V*I COS1	(KW)
							(V)	(I)	(W)	(KW)
FASE A	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
FASE B	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
FASE C	M. VENT 1	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 2	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 3	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0
	M. VENT 4	440	4. A	3	60	3	440	4	3048.4	3.0

(I) TOTAL U6	48	P. TOTAL U6	36.58
-----------------	----	----------------	-------

Tabla 5.4 cálculo de cargas instaladas en Servicios Generales de la C. H. Malpaso

CÁLCULO DE CARGAS INSTALADAS EN SERVICIOS GENERALES DE LA C. H. MALPASO						DATOS CON QUE TRABAJA CADA EQUIPO		POTENCIA CÁLCULAD A W
BOMBAS DE ACHIQUE 1 ETAPA SERVICIOS GENERALES						VOLTAJE	CORRIENTE	P (W) = (VI)COS1
No BOMBA	FASES	VOLTAJE (V)	CORR NOM. (A)	FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA (HP)			
B1	3	220 - 440	228 /114	60	100	440	114	86879.669
B2	3	220 - 440	250/125	60	100	440	125	95262.794
B3	3	460	292/146	60	96	440	130	99073.306
BOMBAS DE ACHIQUE 2 ETAPA SERVICIOS GENERALES								
No DE BOMBA	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRFECUENCIA (HZ)	POTENCIA (HP)			
B1	3	440	222	60	200	440	222	169186.723
B2	3	460	222	60	200	440	222	169186.723
B3	3	230-460	223-114	60	100	440	114	86879.669
MOTORES DE GRUA DE DESFOGUE								
NOMBR E	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	PÓTENCIA (HP)			
MOTOR 1	3	220/440	40/25	60	15	440	25	19052.559
MOTOR 2	3	220/440	35	60	19	440	35	26673.582
GRUA 1 DE LA CASA DE MAQUINAS								
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	COREINTE (A)	FRECUENCIA (HZ)				
MOTOR PRINCIPAL	3	220/440	7.5	60	440	7.5	5715.768	
MOTOR AUXILIAR. 1	3	220/440	7.0/5.0	60	440	5	3810.512	
MOTOR AUXILIAR. 2	3	220/440	12.5	60	440	12.5	9526.279	
MOTOR AUXILIAR. 3	3	440	27	60	440	27	20576.764	

GRUA 2 DE LA CASA DE MAQUINAS							
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)			
MOTOR PRINCIPAL	3	220/440	7.5	60	440	7.5	5715.7677
MOTOR AUXILIAR. 1	3	220/440	7.0/5.0	60	440	5	3810.5118
MOTOR AUXILIAR. 2	3	220/440	12.5	60	440	12.5	9526.2794
MOTOR AUXILIAR. 3	3	220/440	27	60	440	27	20576.7636
COMPRESORES DE SERVICIOS GENERALES							
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	CORREINTE (A)	FRECUENCIA (HZ)			
COMPRESORES GENERAL 1	3	230/460	55.2/27.6	60	440	27.6	21034.025
COMPRESORES GENERAL 2	3	230/460	55.2/27.6	60	440	27.6	21034.025
COMPRESOR HATLAPA SERVICIOS GENERALES							
NOMBRE	FASES	VOLTAJE	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)			
MOTOR HATLAPA	3	440	85.5	60	440	85.5	65159.751
MOTOR HATLAPA	3	440	85.5	60	440	85.5	65159.751
MOTOR HATLAPA	3	440	85.5	60	440	85.5	65159.751
MOTOR HATLAPA	3	440	85.5	60	440	85.5	65159.751
SERVICIOS GENERALES PRIMERA ETAPA							
CARGADOR GENERAL , No 48 CD; MODELO: 48/75; SERIE 2442 FRAT							
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	CORRIENTE	FRECUANCIA HZ		
CARGADOR	3	440 CA	52 CD	8.5	60	440	8.5 6477.870
MOTOR-GENERADOR							
NOMBRE	FASESS	VOLTAJE	CORRIENTE	FRECUENCIA HZ	MARCCA		
MOTGEN. 1	3	440	25	60		440	25 19052.559

CARGADOR ESTÁTICO No 2, 250 Vcd, BANCO No 1; 1 ETAPA								
NOMBRE	FASES	V ENTRADA	V SALIDA	CORRIENTE	FRECUNCIA			
CARGADOR	3	440 VCD	260 CA	107	60 HZ	440	107	81544.952
CARGADOR ESTÁTICO No 2, 250 Vcd, BANCO No 1; 1 ETAPA								
NOMBRE	FASES	V ENTRADA	V SALIDA	CORRIENTE	FRECUNCIA			
CARGADOR	3	440 VCD	260 CA	107	60 HZ	440	107	81544.952
MOTOR-GENERADOR GENERAL, No 250 VCD; BANCO No 1; SERIE: M06 - 14443								
NOMBRE	FASESS	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
MOTGEN.	3	220/440 CA	280/258 CD	109/31.3 CA	53.5 A DCA	440	109	83069.157
SERVICIOS GENERALES SEGUNDA ETAPA								
CARGADOR ALIMENTADO POR EL TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES U3; CARGADOR DE 250 VCD, DE RESPALDO ALIMENTA BANCO No 1 Y BANCO No 2								
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
CARGADOR	3	440 CA	52 CD	109	75 A	440	109	83069.157
CARGADOR No 2 48 VCD ALIMENTACION TABLERO SERVICIOS GENERALES 2 ETAPA								
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
CARGADOR	3	440 V	52 V CD	8.5 A	75A	440	8.5	6477.870
CARGADOR No 2 48 VCD ALIMENTACION TABLERO SERVICIOS GENERALES 2 ETAPA								
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
CARGADOR	3	440 V	52 V CD	8.5 A	75A	440	8.5	6477.870
CARGADOR GENERAL 24 CD, MODELO 24/75; SERIE 2441 TIPO FRAT								
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
CARGADOR	3	440 CA	26 CD	4.6	7.5A	440	4.6	3505.671
CARGADOR GENERAL 24 CD, MODELO 24/75; SERIE 2441 TIPO FRAT								
NOMBRE	FASES	V. ENTRADA	V. SALIDA	C. ENTRADA	C. SALIDA			
CARGADOR	3	440 CA	260 CD	4.6	200	440	4.6	3505.671

MOTORES DE ELEVADORES PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA								
NOMBRE	VOLTAJE (V)		CORRIENTE (A)	POTENCIA (HP)	FRECUENCIA (HZ)			
MOTOR 1 U1. ELE1	254/440		12.5/7.2	4	60	440	7.2	5487.137
MOTOR 2 U2. ELE2	254/440		12.5/7.2	4	60	440	7.2	5487.137
MOTOR 3 U3. ELE3	254/440		12.5/7.2	4	60	440	7.2	5487.137
MOTOR 4 U4. ELE4	254/440		12.5/7.2	4	60	440	7.2	5487.137
MOTOR 5 U5 Y U6	440		12.5	7	60	440	12.5	9526.279
CONSUMO TOTAL DEL ALUMBRADO EN GENERAL								
ALUMBRADO	VOLTAJE (V)		CORRIENTE (A)					
LAMPARAS	440		140		440	140	61600	
MOTOR DE VENTILADOR DE AIRE FORZADO								
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA (HP)			
MOTOR. INDUC.1	3	220/440	142/71	60	60	440	71	54109.267
MOTOR. INDUC.2	3	220/440	142/71	60	60	440	71	54109.267
MOTOR. INDC. 1	3	440	26.5	60	20	440	26.5	20195.712
MOTOR. INDC. 2	3	440	32	60	25	440	32	24387.275
TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO GENERAL								
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA (HP)			
COMPRESOR	3	440	283	60		440	283	215674.967
MOTOR 1	3	208/230/460	3	60		440	3	2286.307
MOTOR 2	3	208/230/460	3	60		440	3	2286.307

MOTORES DE VENTILACION DEL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS EXTERIORES 1								
NOMBRE	FASES	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA (HP)			
MOTOR 1	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTOR 2	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTOR 3	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTOR 4	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTOR 5	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTOR 6	3	440	1	60	0.50 CP	440	1	762.102
MOTORES DE VENTILACION DEL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS EXTERIORES 2								
MOTOR 1	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472
MOTOR 2	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472
MOTOR 3	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472
MOTOR 4	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472
MOTOR 5	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472
MOTOR 6	3	440	0.7	60	0.25CP	440	0.7	533.472

Tabla 5.5 de resumen general de las cargas, de cada servicio de casa de máquinas de la C. H Malpaso

ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA A 440 V		NOTA: LOS CÁLCULOS ESTAN CONSIDERADOS AL 100 %, ASUMIENDO QUE TODOS LOS EQUIPOS ESTEN EN SERVICIO				ARCHIVO VINCULADO	
SISTEMA	UNIDAD	TOTAL DE CARGAS	CORRIENTE TOTAL (A)	POTENCIA EN (KW)	POTENCIA KW/H. AL DIA	LOS SERVICIOS AUXILIARES SE CONSIDERA AL 100 %	
SERVICIOS AUXILIARES	1	14	257.040	195.891	4701.384	#ANEXO 2 S. AUXILIARES!A1	
	2	14	257.040	195.891	4701.384		
	3	14	257.040	195.891	4701.384		
	4	14	257.040	195.891	4701.384		
	5	14	310.140	236.358	5672.592		
	6	14	310.140	236.358	5672.592		
CORRIENTE TOTAL		1648.440	AMPERES	TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)	1256.280	30150.72	1256.280

SERVICIOS GENERALES	1 ETAPA	45	1500.3	1076.187	25828.488	SE CONSIDERA AL 20 %	#ANEXO 3 S. GENERALES!A1
	2 ETAPA	21	1275.8	972.29	23334.96		
CORRIENTE TOTAL		2776.1	AMPERES	TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)	2048.477	49163.448	409.695

SERVICIOS CAMPO DE TRANSFORM ADORES	1	24	24	18.29	438.96	SE CONSID ERA AL 20 %	#'ANEXO 4 52SCT2' A1
	2	24	24	18.29	438.96		
	3	24	24	18.29	438.96		
	4	24	24	18.29	438.96		
	5	12	48	36.58	877.92		
	6	12	48	36.58	877.92		
	O. DE TOMA	12	197.4	150.44	3610.56		
CORRIENTE TOTAL		389. 4	AMPERE S				
		TOTAL DE CARGA INSTALADA (KW)		296.76	7122.24	59.352	

Tabla 5.6 total de cargas y corriente instalada en servicios propios

POR LO TANTO LA CORRIENTE TOTAL EN SERVICIOS PROPIOS ES:	4813.94	AMPERES	POR LO TANTO LA POTENCIA TOTAL EN SERVICIOS PROPIOS ES:	3601.52	KW	POTENCIA EN KW/H. DIARIO/DIA	86436.41

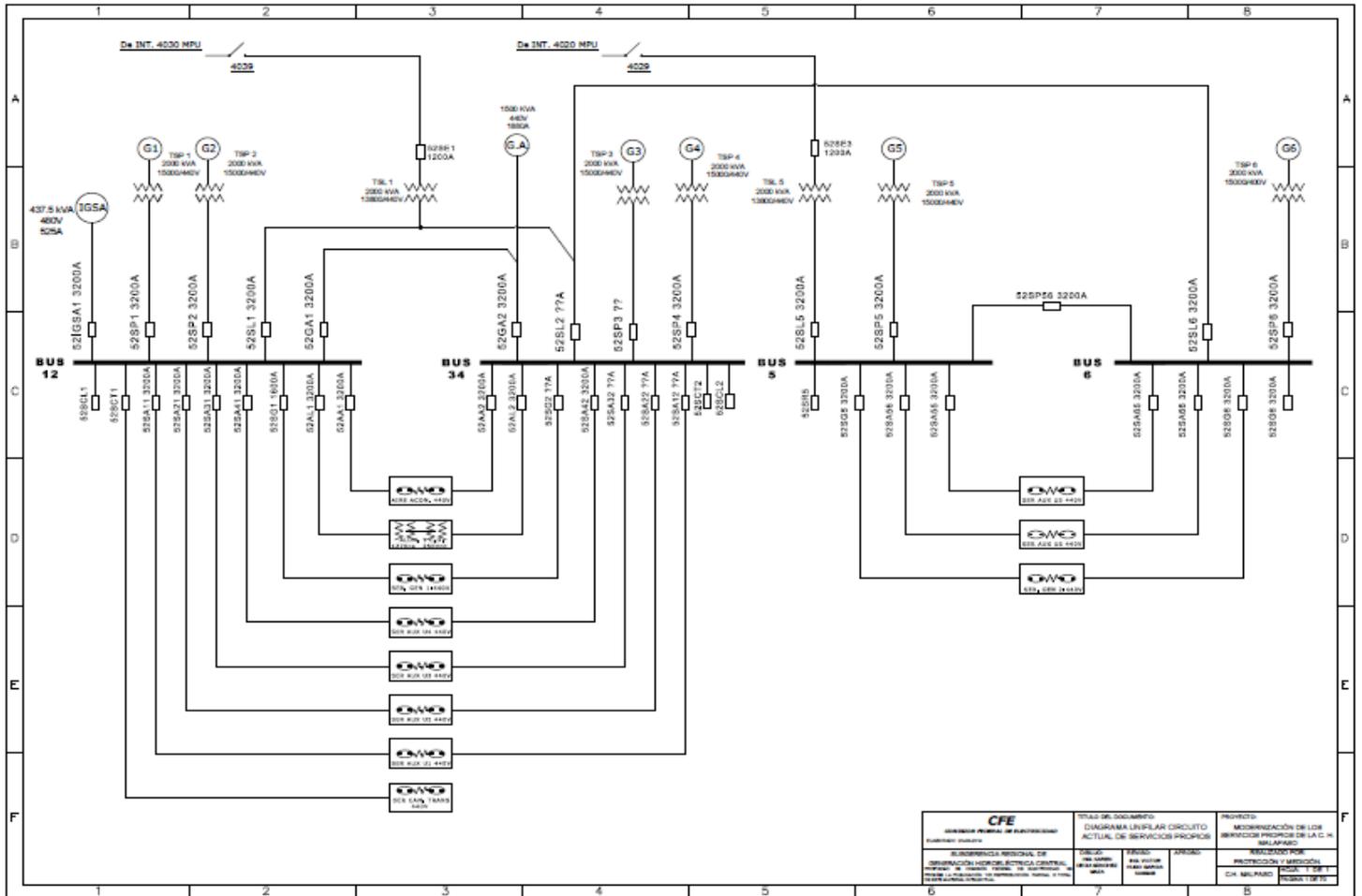


Figura 5.3 Diagrama unifilar actual de los servicios propios

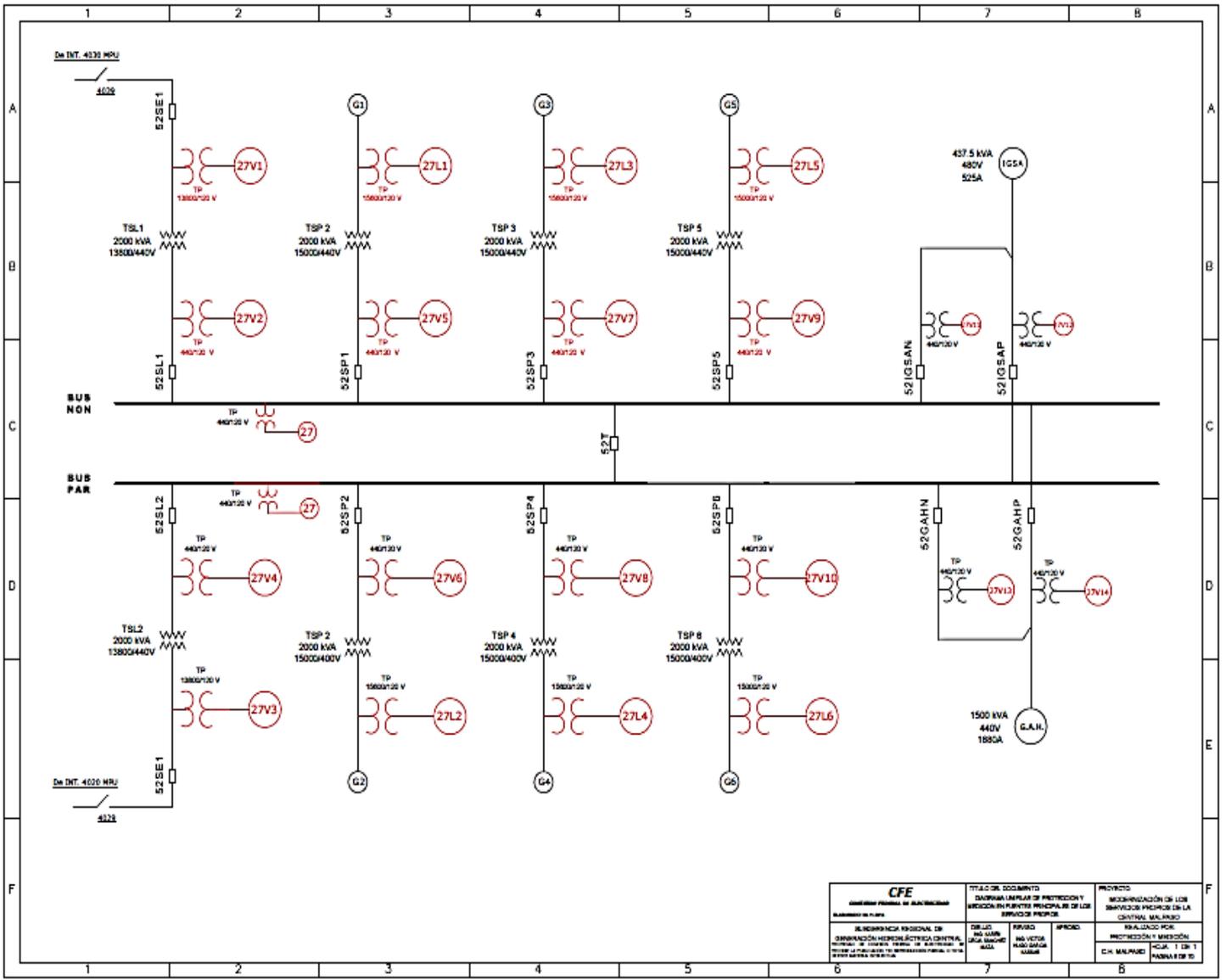


Figura 5.6 Diagrama unifilar de fuentes principales, interruptores principales y relevadores de bajo voltaje.

Tabla 5.7 Base de datos de Interruptores Actuales de la marca Eaton

LISTA DE INTERRUPTORES ACTUALES				
NRO	NOMBRE	CORRIENTE	DIGTRIP (In)	DESCRIPCIÓN
1	52SE1	1200 A	NO APLICA	INTERRUPTOR DE SERVICIOS EXTERIORES 4030
2	52SE3	1200 A	NO APLICA	INTERRUPTOR DE SERVICIOS EXTERIORES 4020
3	52SL1	3200 A	3200 ^a	INTERRUPTORES DE ENLACE DE SERVICIOS EXTERIORES 4030 POR EL LADO DE BAJA
4	52SL2	?? A	??A	
5	52SL5	3200 A	3200 A	INTERRUPTOR DE SERVICIOS EXTERIORES 4020 POR EL LADO DE BAJA
6	52SL6	3200 A	3200 A	INTERRUPTORES DE ENLACE
7	52SP56	3200 A	3200 A	
8	52SP1	3200 A	3200 A	
9	52SP2	3200 A	3200 A	INTERRUPTORES DE SERVICIOS PROPIOS DE LAS UNIDADES
10	52SP3	??A	??A	
11	52SP4	3200 A	3200 A	
12	52SP5	3200 A	3200 A	
13	52SP6	3200 A	3200 A	
14	52GA1	3200 A	3200 A	INTERRUPTORES DE UNIDADES AUXILIARES (DIESEL Y GENERADOR AUXILIAR HIFRAULICO)
15	52GA2	3200 A	3200 A	
16	52IGSA1	3200 A	400 A	
17	52AA1	3200 A	1600 A	INTERRUPTORES DE AIRE ACONDICIONADO
18	52AA2	3200 A	1600 A	
19	52AL1	32000 A	1600 A	INTERRUPTORES DE ALUMBRADO
20	52AL2	3200 A	1600 A	
21	52SG1	1600 A	1600 A	INTERRUPTORES DE SERVICIOS GENERALES PRIMERA ETAPA
22	52SG2	?? A	N. A	
23	52SA41	3200 A	1600 A	INTERRUPTORES DE SERVICIOS AUXILIARES DE UNIDADES
24	52SA42	3200 A	1600 A	
25	52SA31	3200 A	3200 A	
26	52SA32	?? A	N. A	
27	52SA21	3200 A	800 A	
28	52SA22	?? A	N. A	
29	52SA11	3200 A	800 A	
30	52SA12	?? A	N. A	
31	52SA55	3200 A	3200 A	
32	52SA65	3200 A	1500 A	
33	52SA56	3200 A	32000 A	INTERRUPTORES DE SERVICIOS GENERALES SEGUNDA ETAPA
34	52SA66	3200 A	2500 A	
35	52SG5	3200 A	3200 A	
36	52SG6	3200 A	2500 A	INTERRUPTORES DE RESERVA
37	52SR5	?? A	?? A	
38	52SG6	3200 A	3200 A	INTERRUPTORES DESHABILITADOS
39	52SCL1	3200 A	1600 A	
40	52SCL2	3200 A	1600 A	INTERRUPTORES DE CAMPO DE TRANSFORMACIÓN
41	52SCT1	3200 A	1600 A	
42	52SCT2	3200 A	1600 A	INTERRUPTOR DESHABILITADO

Tabla 5.8 Comparativa de interruptores actuales y propuestos

LISTA DE INTERRUPTORES ACTUALES				LISTA DE INTERRUPTORES QUE SE OCUPARAN EN EL ARREGLO DE DOS BUSES	
NRO	NOMBRE	CORRIENTE	DIGTRIP (In)	NRO	NOMBRE
1	52SE1	1200 A	NO APLICA	1	52SE1
2	52SE3	1200 A	NO APLICA	2	52SE2
3	52SL1	3200 A	3200 ^a	3	52SL1
4	52SL2	?? A	??A	4	52SL2
5	52SL5	3200 A	3200 A	5	52SP1
6	52SL6	3200 A	3200 A	6	52SP2
7	52SP56	3200 A	3200 A	7	52SP3
8	52SP1	3200 A	3200 A	8	52SP4
9	52SP2	3200 A	3200 A	9	52SP5
10	52SP3	??A	??A	10	52SP6
11	52SP4	3200 A	3200 A	11	52IGSAN
12	52SP5	3200 A	3200 A	12	52IGSAP
13	52SP6	3200 A	3200 A	13	52GAHN
14	52GA1	3200 A	3200 A	14	52GAHP
15	52GA2	3200 A	3200 A	15	52AAN
16	52IGSA1	3200 A	400 A	16	52ALN
17	52AA1	3200 A	1600 A	17	52ALP
18	52AA2	3200 A	1600 A	18	52SG1N
19	52AL1	32000 A	1600 A	19	52SG1P
20	52AL2	3200 A	1600 A	20	52SG2N
21	52SG1	1600 A	1600 A	21	52SG2P
22	52SG2	?? A	N. A	22	52SA1N
23	52SA41	3200 A	1600 A	23	52SA1P
24	52SA42	3200 A	1600 A	24	52SA2N
25	52SA31	3200 A	3200 A	25	52SA2P
26	52SA32	?? A	N. A	26	52SA3N
27	52SA21	3200 A	800 A	27	52SA3P
28	52SA22	?? A	N. A	28	52SA4N
29	52SA11	3200 A	800 A	29	52SA4P
30	52SA12	?? A	N. A	30	52SA5N
31	52SA55	3200 A	3200 A	31	52SA5P
32	52SA65	3200 A	1500 A	32	52SA6N
33	52SA56	3200 A	32000 A	33	52SA6P
34	52SA66	3200 A	2500 A	34	52T
35	52SG5	3200 A	3200 A	35	52T
36	52SG6	3200 A	2500 A	36	52SCTN
37	52SR5	?? A	?? A	37	52SCTP
38	52SG6	3200 A	3200 A		
39	52SCL1	3200 A	1600 A		
40	52SCL2	3200 A	1600 A		
41	52SCT1	3200 A	1600 A		
42	52SCT2	3200 A	1600 A		

Tabla 5.9 lista de 27 (relé de mínima tensión)

LISTA DE 27 (RELE DE MINIMA TENSION)		
NUM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	27V1	RELEVADORES DE LAS FUENTES PRINCIPALES
2	27V2	
3	27V3	
4	27V4	
5	27V5	
6	27V6	
7	27V7	
8	27V8	
9	27V9	
10	27V10	
11	27V11	
12	27V12	
13	27V13	
14	27V14	
15	27N1	RELEVADORES NONES Y PARES DE LOS BUSES NON Y PAR
16	27N2	
17	27N3	
18	27N4	
19	27P1	
20	27P2	
21	27P3	
22	27P4	
23	27L1	RELEVADORES LÓGICOS
24	27L2	
25	27L3	
26	27L4	
27	27L5	
28	27L6	

Tabla 5.10 Construcción de lógica de interruptores para el permisivo de cierre de los interruptores principales

PERMISIVO DE CIERRE DE INTERRUPTOR:	BOBINAS	ENTRADAS	BOBINAS	CONDICIONES
52SE1	27SE1	27V1 X !27V2	ILSE1	!52SL1 X 27SE1 X !52T
52SE2	27SE2	27V3 X !27V4	ILSE2	!52SL2 X 27SE2 X !52T
52SL1	27SL1	27V2 X !27N	ILSL1	27SL1 X !52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52TX!52SE1
52SL2	27SL2	27V4 X !27P	ILSL2	27SL2 X !52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52TX!52SE2
52SP1	27SP1	27L1 X 27V5 X !27N	ILSP1	27SP1 X !52SL1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP2	27SP2	27L2 X 27V6 X !27P	ILSP2	27SP2 X !52SL2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52SP3	27SP3	27L3 X 27V7 X !27N	ILSP3	27SP3 X !52SL1 X !52SP1 X !52SP5 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP4	27SP4	27L4 X 27V8 X !27P	ILSP4	27SP4 X !52SL2 X !52SP2 X !52SP6 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52SP5	27SP5	27L5 X 27V9 X !27N	ILSP5	27SP5 X !52SL1 X !52SP1 X !52SP3 X !52IGSAN X !52GAHN X !52T
52SP6	27SP6	27L6 X 27V10 X !27P	ILSP6	27SP6 X !52SL2 X !52SP2 X !52SP4 X !52IGSAP X !52GAHP X !52T
52IGSAN	27IGSAN	!27N X !27P X 27V12 X 27V11	ILIGSAN	27IGSA1 X !52SL1 X!52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGAHN X !52T
52IGSAP	27IGSAP	!27N X !27P X 27V12 X 27V11	ILIGSAP	27IGSA2 X !52SL2 X!52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGHAP X !52T
52GAHN	27GAHN	!27N X !27P X 27V14 X 27V13	ILGHN	27GH1 X !52SL1 X!52SP1 X !52SP3 X !52SP5 X !52IGSAN X !52T
52GAHP	27GAHP	!27N X !27P X 27V14 X 27V13	ILGHP	27GH2 X !52SL2 X!52SP2 X !52SP4 X !52SP6 X !52IGSAP X !52T
	27N	52SL1+52SP1+52SP3+52SP5+52IGSAN+52GAHN		
	27P	52SL2+52SP2+52SP4+52SP6+52IGSAP+52GAHP		
52T		(27NX27PX52SL1X52SL2X!52SP1X!52SP2X!52SP3X!52SP4X!52SP5X!52SP6X!52IGSANX!52IGSAPX!)+(27NX!27PX!52SL2X!52SP2X!52SP4X!52SP6X!52IGSAPX!52GAHP)+(27NX!27PX!52SL2X!52SP2X!52SP4X!52SP6X!52IGSAPX!52GAHP)		

Tabla 5.11 Lista de relevadores de bajo voltaje que requerirá el nuevo arreglo de dos buses

ILS E1	ILS E2	ILS L1	ILS L2	ILS P1	ILS P2	ILS P3	ILS P4	ILS P5	ILS P6	ILIGS AN	ILIGS AP	ILGA HN	ILGA HP
52SL1				52SL1		52SL1		52SL1		52SL1		52SL1	
	52SL2				52SL2		52SL2		52SL2		52SL2		52SL2
		52SP1				52SP1		52SP1		52SP1		52SP1	
			52SP2				52SP2		52SP2		52SP2		52SP2
		52SP3		52SP3				52SP3		52SP3		52SP3	
			52SP4		52SP4				52SP4		52SP4		52SP4
		52SP5		52SP5		52SP5				52SP5		52SP5	
			52SP6		52SP6		52SP6				52SP6		52SP6
		52IGSANA		52IGSANA		52IGSANA		52IGSANA				52IGSAN	
			52IGSAP		52IGSAP		52IGSAP		52IGSAP				52IGSAP
		52GAHN		52GAHN		52GAHN		52GAHN		52GAHN			
			52GAHP										
52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T	52T
27SE1	27SE2	27SL1	27SL2	27SP1	27SP2	27SP3	27SP4	27SP5	27SP6	27IGSA1	27IGSA2	27GH1	27GH2

Nota: La idea de la tabla es mostrar la cantidad de contactos que requerirá el proyecto y también muestra las repeticiones de cada contacto en los interlock. Como se puede observar se necesitaran 90 contactos.

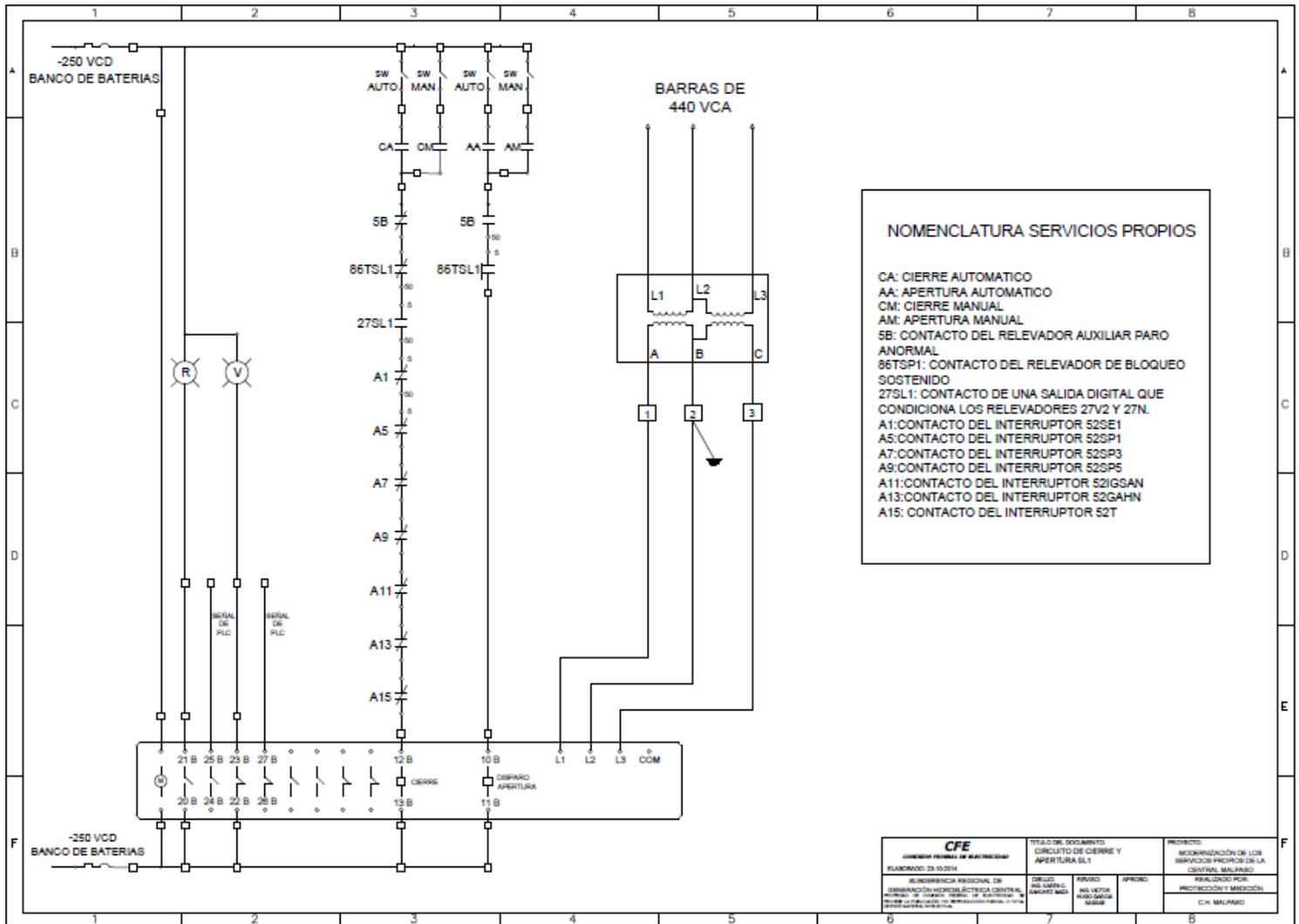


Figura 5.7 Diagrama de cierre y apertura de un INTERRUPTOR

Glosario

Abrir (apertura): Desconectar en forma manual o remota una parte del equipo para impedir el paso de la corriente eléctrica.

Amper (*): Unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica, cuyo símbolo es A. Se define como el número de cargas igual a 1 coulomb que pasar por un punto de un material en un segundo. ($1A= 1C / s$). Su nombre se debe al físico francés André Marie Ampere.

Arranque Negro: Es el arranque que efectúa una unidad generadora con sus recursos propios.

Autoabastecimiento: Es la energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de unidades generadoras.

Bus eléctrico: Conductor eléctrico rígido, ubicado en una subestación con la finalidad de servir como conector de dos o más circuitos eléctricos.

Bloqueo: Es el medio que impide el cambio parcial o total de la condición de operación de un dispositivo, equipo o instalación de cualquier tipo.

Central hidroeléctrica: Central generadora que produce energía eléctrica utilizando turbinas que aprovechan la energía potencial y cinética del agua.

Central generadora: Lugar y conjunto de instalaciones utilizadas para la producción de energía eléctrica. Dependiendo del medio utilizado para producir dicha energía, recibe el nombre correspondiente.

Circuito: Trayecto o ruta de una corriente eléctrica, formado por conductores, que transporta energía eléctrica entre fuentes.

Conductor: Cualquier material que ofrezca mínima resistencia al paso de una corriente eléctrica. Los conductores más comunes son de cobre o de aluminio y pueden estar aislados o desnudos.

Contingencia: Anormalidad en el sistema de control de una central, subestación o punto de seccionamiento alternativo instalado en el sistema de la distribución de energía eléctrica.

Continuidad: Es el suministro ininterrumpido del servicio de energía a los usuarios, de acuerdo a las normas y reglamentos aplicables.

Corriente: Movimiento de electricidad por un conductor.// Es el flujo de electrones a través de un conductor. Su intensidad se mide en Amperes (A).

Corriente Alterna (CA): Es un tipo de corriente eléctrica en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos.

Corriente Continua (CC). Es la corriente eléctrica que fluye de forma constante en una dirección, como la que fluye en una linterna, o en cualquier otro aparato con baterías.

Condensador síncrono: unidades de centrales hidroeléctricas que operan consumiendo energía eléctrica activa. Con esta absorben o entregan energía reactiva, con la finalidad de controlar o regular la tensión y el factor de potencia en líneas de transmisión y distribución.

Contacto (Contactores): 1. Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

2. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

Demanda eléctrica: Requerimiento instantáneo a un sistema eléctrico de potencia, normalmente expresado en Mega watts (MW) o kilowatts (kW).

Disparo: Apertura automática de un dispositivo por funcionamiento de la protección para desconectar uno o varios elementos de un circuito, subestación o sistema.

Disponibilidad: Característica que tienen las unidades generadoras de energía eléctrica, de producir potencia a su plena capacidad en momento preciso en que el despacho de carga se lo demande.

Diagrama unifilar: es aquel que muestra de forma sencillas las conexiones entre dispositivo

EasyPower: Es la suite de productos EasyPower ofrece una línea completa de potentes herramientas de software eléctricos basados en Windows® para el diseño inteligente, el

análisis y el seguimiento de los sistemas de energía eléctrica. Con las velocidades de procesamiento más rápidas del mercado, EasyPower ofrece resultados instantáneos y precisos para ayudarle a tomar decisiones más inteligentes. EasyPower es la solución inteligente, rápida y precisa para su arco eléctrico de software de análisis de peligros.

Energía: La energía es la capacidad de los cuerpos o conjunto de éstos para efectuar un trabajo. Todo cuerpo material que pasa de un estado a otro produce fenómenos físicos que no son otra cosa que manifestaciones de alguna transformación de la energía. //Capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en kilowatt-hora (kWh).

Energía potencial: es la energía que es capaz de generar un trabajo como consecuencia de la posición de un cuerpo. A la misma puede considerársela como la energía almacenada en el sistema o la medida de un trabajo que el sistema puede ofrecer.

Energía mecánica: Es la suma de las energías potencial (energía almacenada en un sistema), cinética (energía que surge en el mismo movimiento) y la elástica de un cuerpo en movimiento. A través de la misma se expresa la capacidad que tienen los cuerpos con masa de realizar tal o cual trabajo.

Entre los tipos de energía mecánica se encuentran los siguientes: energía hidráulica (se dejará caer el agua y se aprovechará la energía potencial que se obtiene de ello. Su uso recurrente es para producir energía eléctrica y para mover molinos de harina), energía eólica (la producen los vientos generados en la atmósfera terrestre).

También se emplea a instancias de la producción de energía eléctrica como mecanismo de extracción de aguas subterráneas o de ciertos tipos de molinos para agricultura) y energía mareomotriz (producida por el movimiento de las mareas y de las olas del mar, también se puede transformar en energía eléctrica).

Energía eléctrica: Es la forma de energía que resultará de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, situación que permitirá establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos si se los coloca en contacto por intermedio de un conductor eléctrico para obtener el trabajo mencionado. La energía eléctrica es una energía capaz de transformarse en muchísimas otras formas de energía como ser: la energía luminosa, la energía térmica y la energía mecánica. La energía eléctrica se transformará en corriente eléctrica por medio de un cable conductor metálico por la diferencia de potencial.

Energizar: Permitir que el equipo adquiera potencial eléctrico.

Equipo: Dispositivo que realiza una función específica utilizando como una parte de o en conexión con una instalación eléctrica, para la operación

Equipo Vivo: Es el que está energizado.

Equipo Muerto: Es el que no está energizado.

Estados de Operación del Sistema Eléctrico Nacional: NORMAL. Es aquel en el que se opera sin violar límites operativos y con suficientes márgenes de reserva de modo Sistema que se puede soportar la contingencia sencilla más severa sin violación de límites operativos en postdisturbio; ALERTA.

Es aquel en el que se opera sin violar límites operativos y con margen de reserva tal que la ocurrencia de una contingencia sencilla puede provocar la violación de límites operativos en postdisturbio sin segregación de carga y con el sistema integrado: EMERGENCIA.

Es aquel que se opera violando límites operativos y con margen de reserva tal que la ocurrencia de una contingencia sencilla puede provocar la segregación de carga y/o desintegración del sistema; EMERGENCIA EXTREMA.

Es aquel en el que operativos, afectación de carga, formación de islas o laguna combinación de lo anterior, este estado de operación es típicamente de postdisturbio; RESTAURATIVO.

Aquel donde las islas eléctricas que permanecen activas suministran una parte de la demanda y donde los esfuerzos de control del grupo de operadores del Sistema Eléctrico Nacional están encaminados a lograr un estado de operación normal, que pudiera alcanzarse gradualmente dependiendo de los recursos con que se cuente.

Falla: 1. Es una alternación o daño permanente o temporal en cualquier parte del equipo, que varía sus condiciones normales de operación y que generalmente causa un disturbio.
2. Perturbación que impide la operación normal.

Frecuencia: Número de veces que la señal alterna se repite en un segundo. Su unidad de medida es el Hertz (Hz).

Generador: Es el dispositivo electromagnético por medio del cual se convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

Generadores: Son todas aquellas unidades destinadas a la producción de energía eléctrica.

Hertz Hz (*): Un Hertz es la unidad de la frecuencia en las corrientes alternas y en la teoría de las ondas. Es igual a una vibración o a un ciclo por segundo.

Inducción: La inducción electromagnética es la producción de una diferencia de potencia eléctrica (o voltaje) a lo largo de un conductor situado en un campo magnético cambiante. Es la causa fundamental del funcionamiento de los generadores, motores eléctricos y la mayoría de las demás máquinas eléctricas.

Instalación: Es la infraestructura creada por el Sector Eléctrico, para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, así como la de los permisionarios que se interconectan con el sistema.

Interrupción: Es la suspensión del suministro de energía eléctrica debido a causas de fuerza mayor, caso fortuito, a la realización de trabajos de mantenimiento, ampliación o modificación de las instalaciones, a defectos en las instalaciones del usuario, negligencia o culpa del mismo, a la falta de pago oportuno, al uso de energía eléctrica a través de instalaciones que impidan el funcionamiento normal de los instrumentos de control o de medida, a que las instalaciones del usuario no cumplan con las normas técnicas reglamentarias, el uso de energía eléctrica en condiciones que violen lo establecido en contrato respectivo, cuando no se haya celebrado contrato respectivo; y cuando se haya conectado un servicio sin la autorización de la Comisión.

Interruptor: Dispositivo electromecánico que abre o cierra circuitos eléctricos y tiene la capacidad de realizarlo en condiciones de corriente nominal o en caso extremo de corto circuito; su apertura y cierre puede ser de forma automática o manual.

Kilowatt (*): Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1,000 watts; se abrevia kW.

Kilowatt-hora (*): Unidad de energía utilizada para registrar los consumos.

Mantenimiento: Es el conjunto de actividades para conservar las obras e instalaciones en adecuado estado de funcionamiento.

Megawatt (*): Múltiplo de la potencia activa, que equivale a un millón de watts; se abrevia MW.

Motor eléctrico: Aparato que permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra mediante la rotación de un campo magnético alrededor de unas espiras o bobinado.

Operación: Es la aplicación del conjunto organizado de técnicas y procedimientos destinados al uso y funcionamiento adecuado de elementos para cumplir con un objetivo.

Operador: Es el trabajador cuya función principal es la de operar el equipo o sistema a su cargo y vigilar eficaz y constantemente su funcionamiento.

Perturbación: Acción y efecto de trastornar el estado estable del sistema eléctrico.

Planta: Sinónimo de central, estación cuya función consiste en generar energía eléctrica.

Potencia: Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en Watt (W).

Potencia instalada: Suma de potencias nominales de máquinas de la misma clase (generadores, transformadores, convertidores, motores) en una instalación eléctrica.

Potencia máxima: Valor máximo de la carga que puede ser mantenida durante tiempo especificado.

Potencia real: Parte de la potencia aparente que produce trabajo. Comercialmente se mide en KW.

Potencia real instalada: Ver capacidad efectiva.

Protección: Es el conjunto de relevadores y aparatos asociados que disparan los interruptores necesarios para separar equipo fallado, o que hacen operar otros dispositivos como válvulas, extintores y alarmas, para evitar que el daño aumente de proporciones o que se propague.

Punto de Interconexión Eléctrica: Es el punto donde se conviene la entrega de energía entre dos entidades.

Red de distribución: Es un conjunto de alimentadores interconectados y radiales que suministran a través de los alimentadores la energía a los diferentes usuarios.

Resistencia: Cualidad de un material de oponerse al paso de una corriente eléctrica.

La resistencia depende de la longitud del conductor, su material, de su sección y de la temperatura del mismo. Las unidades de la resistencia son Ω .

Relevador (Relé): El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

Reactor: Un reactor en línea es un componente eléctrico, que consiste en una o más bobinas inductoras o transformadoras, Cada elemento es cableado en serie con una fase del circuito, generalmente entre la fuente de poder y la carga eléctrica.

De acuerdo con las propiedades de un inductor, el reactor en línea se opondrá a cambios rápidos en la corriente y/o frecuencias. Este dispositivo sirve también para atenuar picos de corrientes. El tipo más común es diseñado para energía eléctrica en 3 fases, en el cual 3 inductores aislados están conectados en serie con cada una de las tres fases.

Sincronizar: Es el conjunto de acciones que deben realizarse para conectar al Sistema Eléctrico Nacional en cada instante.

Sistema Eléctrico Nacional (SEN): Es el conjunto de instalaciones destinadas a la Generación Transmisión, Distribución y venta de energía eléctrica de servicio público en toda la República, estén o no interconectadas.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): Es la porción del Sistema Eléctrico Nacional que permanece unida eléctricamente.

Subestación: Conjunto de aparatos eléctricos localizados en un mismo lugar, y edificaciones necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica o para el enlace entre dos o más circuitos.

Tablero de control: Dentro de una subestación, son una serie de dispositivos que tienen por objeto sostener los aparatos de control, medición y protección, el bus mímico, los indicadores luminosos y las alarmas.

Tensión: Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula.

Se mide en Volt (V) y vulgarmente se la suele llama voltaje. La tensión de suministro en los hogares de México es de 110 V.

Transformador: Dispositivo que sirve para convertir el valor de un flujo eléctrico a un valor diferente. De acuerdo con su utilización se clasifica de diferentes maneras.

Unidad: Es la máquina rotatoria, compuesta de un motor primario ya sea: turbina hidráulica, de vapor, de gas, o motor diésel, acoplados a un generador eléctrico, se incluyen además la caldera y el transformador de potencia.

Usuario: Persona física o moral que hace uso de la energía eléctrica proporcionada por el suministrador, previo contrato celebrado por las partes.

Volt (*): Se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un Amper utiliza un Watt de potencia. Unidad del Sistema Internacional.

Volt-ampere (*): Unidad de potencia eléctrica aparente y se abrevia VA.

Volt-ampere reactivo (*): Unidad de potencia eléctrica reactiva y se abrevia VAR.

Watt (*): Es la unidad que mide potencia. Se abrevia W y su nombre se debe al físico inglés James Watt.