



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“SERVICIOS AUXILIARES DE LA
PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN
NAYARIT”**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

LÓPEZ IÑIGUEZ ALEJANDRO REMEDIOS

ASESOR: ING. ABEL VERDE CRUZ

MÉXICO 2008





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO:

A Dios por todo lo que me ha permitido lograr, en especial por este paso tan importante en mi vida.

A mis padres:

Sr. Timoteo López Velasco y Sra. Antonia Iñiguez Pérez por todo el apoyo brindado en toda mi trayectoria académica, gracias por todos sus sacrificios.

A mi esposa:

Blanca gracias por toda tu paciencia y confianza a ti te dedico este logro

A mis hijos:

Are y Toño por ser parte de mi vida

A mis hermanos:

Por su apoyo

A mis suegros:

Por animarme a no desistir

“GRACIAS”

A los Ingenieros de CFE:

Raúl Negrete Vargas: Por haberme orientado y asesorado en la formación de esta tesis que con su valiosa experiencia se logro terminar

A Johnattan y Gustavo por sus valiosos conocimientos

Al ingeniero Abel Verde Cruz por orientar mi tesis profesional y a cada uno de mis sinodales por sus recomendaciones.

**Y a todas las personas en general que contribuyeron para la
realización de este trabajo
“MUCHAS GRACIAS”**

INTRODUCCIÓN	I
CAPITULO 1	
FILOSOFÍA DE APLICACIÓN EN LOS SERVICIOS AUXILIARES	2
1.1 CRITERIOS Y PREMISAS GENERALES APLICAR EN LOS SERVICIOS AUXILIARES DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	2
1.1.1 CRITERIOS GENERALES DE LAS FUENTES DE ENERGIA	2
1.1.2 PRIORIDADES DE ALIMENTACIÓN DE FUENTES	3
1.1.3 PREMISAS GENERALES	7
1.2 ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN NAYARIT	8
1.2.1 OPERACIÓN MANUAL	9
1.2.2 OPERACIÓN AUTOMÁTICA	12
1.2.3 PROTECCIONES	15
1.3 FUENTES DE ALIMENTACION QUE SE APLICAN EN EL CAJÓN NAYARIT	15
1.3.1 TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE FUENTES DE LA PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN NAYARIT	17
1.4 POSIBLES CONTINGENCIAS EN LOS SERVICIOS AUXILIARES	19
CAPITULO 2	
DIAGRAMAS UNIFILARES DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN NAYARIT	21
2.1 CALCULOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SERVICIOS AUXILIARES	22
2.1.1 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	22
2.1.2 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	27
2.1.3 REACTORES LIMITADORES DE CORRIENTE	32
2.2 CALCULO DE CORTO CIRCUITO	34

CAPITULO 3	
ANÁLISIS DE CARGAS ELÉCTRICAS	52
3.1 FUERZA CA	53
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFIA	74

INTRODUCCIÓN:

La diversificación de las fuentes de energía es un tema de capital importancia en México, para atender de manera eficiente y sostenible la demanda de electricidad. Una demanda que crece rápidamente y que, previsiblemente, lo hará a un ritmo aún más acelerado en los próximos años.

Ante esa situación, la Comisión Federal de Electricidad, responsable de garantizar el abasto suficiente de energía eléctrica para el crecimiento del país, ha dado un nuevo impulso a la construcción de obras hidráulicas, que además de aprovechar un recurso renovable para la generación eléctrica, conlleva beneficios secundarios, entre ellos, uno que adquiere cada vez una mayor relevancia estratégica en el desarrollo nacional: la creación de reservas para el suministro de agua potable y de riego.

El ejemplo más notable de ese impulso lo constituye, sin duda, el proyecto hidroeléctrico El Cajón, en Nayarit, que generará 1.5 veces el consumo anual eléctrico de esta entidad, y permitirá un ahorro de 2 millones de barriles de combustóleo, en el mismo periodo.

Con una inversión superior a los 800 millones de dólares, El Cajón, construido sobre el río Santiago (en la cuenca del sistema Lerma-Chapala-Santiago), contribuirá a la oferta de electricidad en el país con una generación media anual de 1 228,64 GWh. El embalse contribuirá a regular los escurrimientos de la cuenca propia y beneficiará a la central Aguamilpa-Solidaridad, (la mayor del sistema hidrológico Santiago), ya que al recibir su vaso las aportaciones reguladas del río incrementará su generación firme en 69,61 GWh y se reducirán las probabilidades de derrame por el vertedor. Por lo tanto la generación media anual total será de una capacidad de 1 313,35 GWh.

En particular, la obra en sí misma del proyecto hidroeléctrico de El Cajón es ya un referente mundial por sus características técnicas, en las que se muestra la excelencia de la ingeniería hidráulica y eléctrica mexicana. En ella se conjugan diversas aportaciones que han permitido optimizar la inversión económica, el uso de materiales y el tiempo de construcción, todo ello sujeto a estrictos sistemas de gestión de calidad.

UBICACIÓN

El proyecto hidroeléctrico El Cajón se localiza en Nayarit, al oriente de la capital del estado, Tepic, en los municipios de La Yesca y de Santa María del Oro, en terrenos comunales del poblado Cantiles. Está ubicado sobre el río Santiago, a 60 km aguas arriba de la central hidroeléctrica Aguamilpa Solidaridad sus coordenadas geográficas del centro del eje longitudinal de la cortina son 21° 25' 41" de latitud norte y 104° 27' 14" de longitud oeste.



LOCALIZACIÓN DE LA PRESA EL CAJÓN

VÍAS DE COMUNICACIÓN

Para llegar al sitio se debe recorrer un camino de 78 Km. desde Tepic. Éste empieza en la carretera federal 15 o en la autopista Tepic-Guadalajara; luego de 26 km se llega al entronque La Lobera, desde donde se continúa, por la carretera estatal, otros 20 kilómetros, hasta el poblado y la laguna de.

Santa María del Oro. Desde ahí se sigue por un camino pavimentado que llega, primero, al poblado de El Buruato y, 26 kilómetros después, al sitio del proyecto.

A continuación en el esquema siguiente, se aprecia la trayectoria de la ruta actual con que se cuenta en estos momentos para el traslado a la construcción, y el acceso que quedará como definitivo.



SISTEMA HIDROELÉCTRICO DEL RÍO SANTIAGO

El proyecto El Cajón forma parte del sistema hidroeléctrico del río Santiago, que comprende una serie de obras con una potencia total de 4 300 Mw., y del cual se ha desarrollado el 32%. El Cajón tiene una potencia total instalada de 750 Mw., con dos unidades generadoras, y una producción anual de 1 318,38 GWh. Ocupa el segundo lugar en potencia y generación dentro de este sistema, después de la central Aguamilpa.



FIGURA 1.2. PERFIL DEL RÍO SANTIAGO

El proyecto está integrado por un conjunto de construcciones civiles con equipos y sistemas electromecánicos, cuya finalidad primordial es almacenar agua para generar energía eléctrica, a partir de un recurso natural renovable.

Enseguida se menciona la disposición general de la obra :

- Obra de desvío EL. 220,50
- Cortina EL. 392,00
- Obra de toma EL. 322,402
- Obra de excedencias EL. 367,00
- Casa de maquinas

La casa de máquinas está formada por los siguientes pisos:

- Piso de excitadores EL. 224.20
- Piso de generadores EL. 220.00
- Piso de turbinas EL. 215.80
- Piso de unidad auxiliar EL. 212.00
- Piso de inspección EL. 205.50
- Galería de drenaje EL. 195.50

Enlace casa de maquinas-transformadores de potencia

- Subestación



La subestación se ubica a cielo abierto, en la margen derecha, aguas abajo del eje de la cortina, entre ésta y la obra de excedencias. Para alojarla se excavó hasta la elevación 340,00 m, una plataforma de 85 m de ancho y 161 m de largo menor, con una superficie de 15 252 m².

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Éstas se encuentran a la salida de la subestación eléctrica encapsulada en SF6 por medio de 2 líneas trifásicas con un calibre en el conductor de 1 113 MCM tipo ASCR y con dirección a la subestación de cerro blanco que se encuentra a 18 km.

CAPITULO I
FILOSOFÍA DE LOS
SERVICIOS
AUXILIARES

FILOSOFIA DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

1.1 CRITERIOS Y PREMISAS GENERALES PARA SERVICIOS AUXILIARES EN PLANTAS HIDROELÉCTRICAS

OBJETIVO

Establecer criterios generales para realizar la transferencia de fuentes de energía necesarias para alimentar los servicios auxiliares basados en los principios de confiabilidad y continuidad del servicio

REFERENCIA

Los servicios auxiliares de una planta hidroeléctrica son de trascendental importancia ya que implican todas las alimentaciones en C.D y C.A en baja tensión que requieren las diferentes instalaciones. Estos servicios auxiliares tienen por objetivo principal proveer confiablemente la energía eléctrica para todos los equipos durante la construcción, la operación y el mantenimiento de esta central. En la puesta en marcha de la planta la energía eléctrica debe ser suministrada por una fuente de energía ajena hasta el momento en que la central este en situación de cubrir su consumo propio. Cuando existen perturbaciones en el suministro de energía para los servicios auxiliares es necesario que la central pueda seguir funcionando sin problemas de ninguna clase

En este estudio se propone el esquema que reduce la posibilidad del paro parcial o total de la central por carencia de servicios auxiliares, durante un tiempo prolongado.

1.1.1 CRITERIOS GENERALES DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

- 1.- Dos alimentadores externos del sistema de 115 KV
- 2.- Fuentes de unidades generadoras a través de sus transformadores de servicios auxiliares
- 3.- Generador auxiliar
- 4.- Fuente proveniente de las barras de alta tensión de la planta
 - a) Del transformador reductor de subestación
 - b) Del transformador elevador de una de las unidades utilizando un seccionador en las barras principales del generador

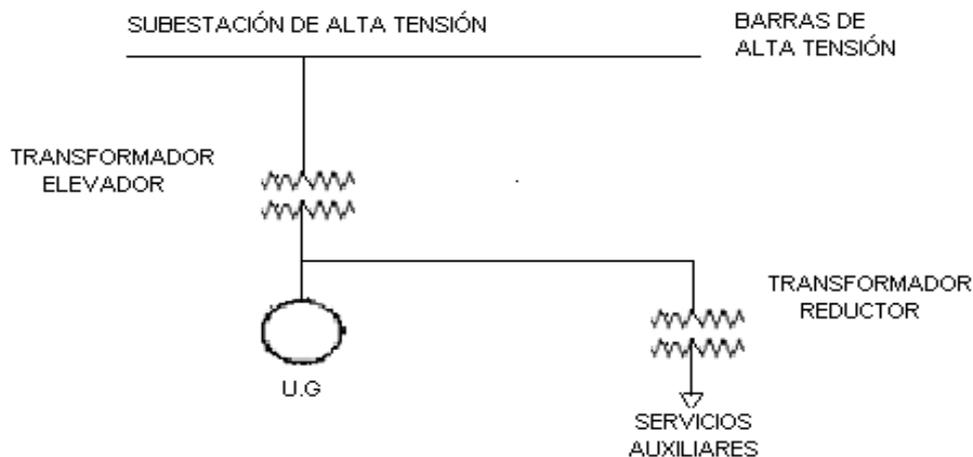
1.1.2 PRIORIDADES DE ALIMENTACIÓN DE FUENTES

Las fuentes de alimentación que se consideran prioritarias son las proporcionadas por el sistema, a través de los dos alimentadores externos de 115 kv. En caso de falla de uno de estos alimentadores los servicios deben ser proporcionados por el alimentador que quedo sano, dependiendo del lugar de la falla y de los enlaces disponibles

Estos alimentadores energizan un tablero blindado de 13.8 KV, el cual alimenta las barras NON y PAR de 480 VCA así como los servicios generales de subestación, obra de toma, campamento y vertedor.

FUENTES DE UNIDADES GENERADORAS

Las unidades generadoras 1 y 2 se deben tomar en cuenta en caso de estar fuera de servicio los dos alimentadores externos de 115 KV considerando que las fuentes de unidades generadoras son alimentaciones provenientes de las unidades de generación, donde la tensión de generación se reduce por medio de un transformador reductor para ser aprovechada en los servicios auxiliares



Los requerimientos y la configuración de las fuentes de alimentación de una Planta varían en función de la capacidad de la planta y en función del tamaño individual de cada unidad. Tratándose de alimentaciones fuente de maquina, de estudios de confiabilidad y flexibilidad de operación, se concluyo que los servicios auxiliares deben tener alimentaciones por maquina para maquinas grandes y una alimentación cada dos maquinas pequeñas. Este criterio se puede resumir en la siguiente forma:

POTENCIA POR UNIDAD MVA	NUMERO DE UNIDADES POR PLANTA				
	1	2	3	4	5 O MAS
25	O	O	OO	OO	OO
50	O	O	OO	OO	OO
75	O	O	OO	OO	OO
100	O	O	OO	OO	OO
150	O	O	O	O	O
300	O	O	O	O	O

Significado de O Alimentación por cada unidad
Significado de OO Alimentación por cada dos unidades

Para los otros tipos de alimentaciones, en general se usa más de una para una planta, dependiendo también de cada una de las unidades y de la planta.

3.-Generador auxiliar

El generador auxiliar puede ser accionado por

- a) Una turbina hidráulica
- b) Un motor diesel

La unidad auxiliar, entrara en servicio en caso de no contar con lo alimentadores de 115 KV y tampoco con las unidades generadoras.

La utilización de este generador es totalmente independiente de las turbinas principales, por lo tanto siempre estará disponible. Su capacidad es pequeña en comparación con la de las unidades principales por lo que su costo resulta elevado; pero la seguridad es prácticamente inmejorable. Su empleo es el más común en centrales hidroeléctricas de gran capacidad.

Es importante considerar que la unidad auxiliar deberá arrancarse, quedando en condición de espera (rodando, excitada e interruptor 52-GA cerrado) siempre que solo una unidad este sincronizada en ausencia de la fuente de 115 KV y que la otra unidad este parada, o bien que se tenga disponible una sola línea de 115 KV e inicie el arranque de una unidad.

FUENTE PROVENIENTE DE LAS BARRAS DE LA SUBESTACIÓN PRINCIPAL O DEL TRANSFORMADOR DE UNIDAD.

Cuando se desea eliminar derivaciones del generador principal, por la complicación que ellas introducen en el control y protección de las maquinas, es aceptable la proposición de alimentar los auxiliares de la subestación principal o del transformador de unidad.

El método preferido en la mayoría de los casos es el que consiste en alimentar los auxiliares, del transformador del propio generador a que corresponden, en condiciones normales y de otra fuente durante el periodo de iniciación de marcha, conservándose la separación entre los auxiliares de una maquina y los demás en cualquier instante y evitando que una falla en un grupo afecte la marcha de los otros grupos.

La fuente proveniente de las barras de alta tensión de la planta tiene dos alternativas

- Que la alimentación sea tomada del transformador reductor de la subestación principal.
- Que la alimentación se tome del transformador de una de las unidades generadoras utilizando un seccionador.

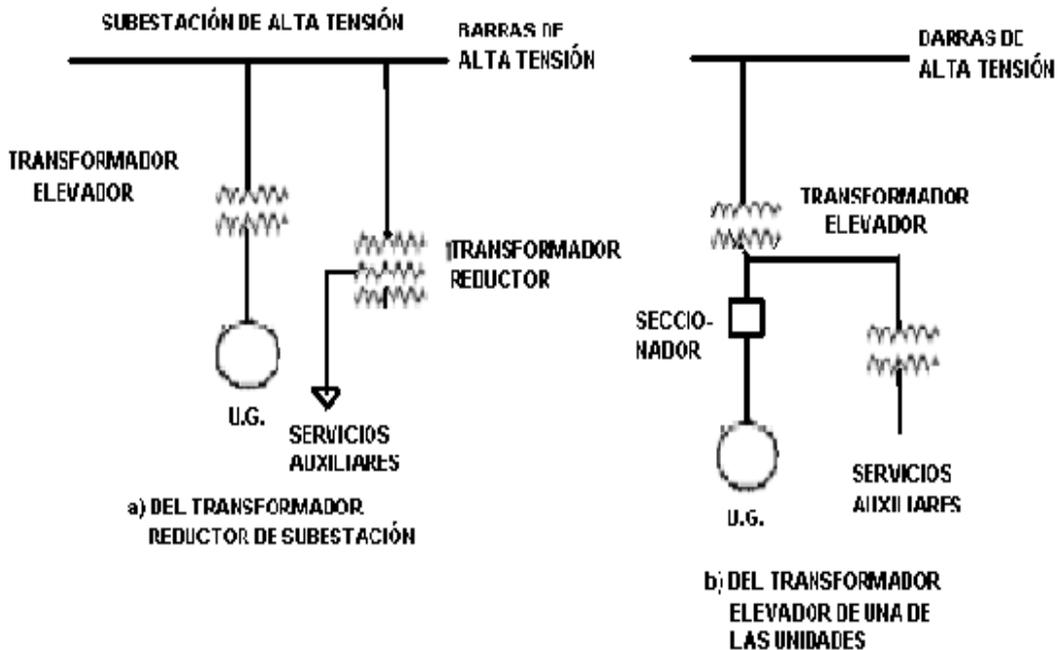


Fig. No 2.- Fuentes provenientes de las barras de alta tensión

a) Del transformador reductor de subestación

En las barras de alta tensión se conecta un transformador reductor provisto de un terciario. El terciario únicamente alimentara a los servicios auxiliares

b) Del transformador elevador de una de las unidades utilizando un seccionador
Este tipo de fuente consiste en tomar la alimentación para los servicios auxiliares del lado de baja tensión del transformador elevador de la unidad generadora, una vez que haya sido sacada la unidad, por medio del seccionador de maquina en un tiempo no mayor de 10 minutos sin herramientas especiales.

En toda la planta únicamente se permite una sola alimentación de este tipo

No necesariamente todas las plantas deberán tener las fuentes de alimentación que se mencionaron anteriormente, el número de fuentes para los servicios auxiliares de la planta estará en función de la capacidad (MVA) por unidad generadora y la capacidad total de la planta empleando mas fuentes para plantas de mayor capacidad. Como mínimo una planta deberá tener dos fuentes de alimentación

Se presenta en seguida un resumen de las fuentes de alimentación recomendables por planta:

FUENTE DE ALIMENTACION CAP. TOTAL PLANTA MVA	FUENTE DE MAQUINA	TRANSFORMADOR UNIDAD	BARRAS SUBESTACION	LÍNEA DE DISTRIBUCION	GENERADOS AUXILIAR		
					TURBINA HIDRAULICA	DIESEL	
10 - 50	P	P		P			1
	P	P	P				2
51 - 200	P	P		P		0	3
	P		P	P		0	4
201 - 450	P	P		P	P	0	5
	P		P	P	P	0	6
451 - 750	P	P		P	P		7
	P		P	P	P		8
750 O MAS	P	P	P	P	P		9

El renglón 1 indica que en plantas con capacidades entre 10 y 50 MVA, las alimentaciones a los auxiliares pueden tomarse de las fuentes siguientes: Fuente de maquina; transformador de unidad; Barras de subestación o líneas de distribución. Generalmente se utilizan más de dos fuentes.

El renglón 2 es para capacidad cercana a los 50 MVA se considera con el mismo criterio anterior.

Los demás renglones deberán considerarse también con los mismos criterios. Se utilizan los símbolos P y 0 para indicar que en P siempre se recomienda y en 0 es opcional.

1.1.3 PREMISAS GENERALES

- 1.- Deberá ser sencillo en su operación, flexible y confiable.
- 2.- Deberá ser accesible para el mantenimiento y cuando se requiera dar mantenimiento a las barras de unidad, únicamente se permitirá dejar fuera una unidad
- 3.- Las transferencias de una fuente a otra deberán ser sencillas y seguras
- 4.- No deberá tenerse el riesgo de enlazar fuentes de alimentación a través del servicio de auxiliares con excepción del generador auxiliar
- 5.- Estando una unidad parada no deberá correrse el riesgo de que esta pueda ser alimentada por medio de las barras de auxiliares.
- 6.- Las fallas en los servicios de estación no deberán sacar de inmediato más de una unidad del sistema.
- 7.- Cualquier falla de barras de baja tensión no deberá poner en peligro la seguridad de la planta ni del personal.
- 8.- Ninguna de las fallas en las barras de servicios auxiliares que no sea de unidad, deberá sacar del sistema a alguna de las unidades
- 9.- Cualquier falla en barras deberá ser seccionada en un tiempo menor de 10 minutos

Los servicios auxiliares se pueden dividir en servicios propios y en auxiliares de estación

SERVICIOS PROPIOS

También se llaman servicios de unidad ya que su funcionamiento esta ligado con el de la unidad, los equipos que componen estos servicios son los siguientes:

- Grúas para levantar compuertas de obra de toma
- Válvulas de tubería forzada
- Compresores acumulador de presión
- Bombas de aceite para regulador de velocidad

- Bombas de circulación de aceite para lubricación
- Bombas de circulación de aceite para enfriamiento
- Bombas de circulación de agua para enfriamiento
- Compresoras de aire forzado, etc.

De estos servicios depende en gran parte la estabilidad de los sistemas de distribución de energía o sea que la falla de alguno de estos auxiliares hace que la unidad generadora por medio de las diferentes protecciones propias se disparen y salga del sistema

AUXILIARES DE ESTACIÓN

La estación como todo edificio o espacio con funciones propias, requiere de ciertos servicios bastantes necesarios aun indispensables, entre los cuales se encuentran principalmente los siguientes:

- Alumbrado general
- Alumbrado de emergencia
- Grúa de montaje y mantenimiento
- Elevador
- Bombas para desagüe
- Ventilación y aire acondicionado, etc.

De los análisis de los disturbios ocurridos en los sistemas, se ha encontrado que en ocasiones la normalización del servicio ha sido lenta debido a que se han tenido problemas en el restablecimiento de los servicios auxiliares de las centrales hidráulicas; esto además del tiempo de interrupción ha puesto en riesgo la seguridad interna, tanto del personal como del equipo, siendo aun mas graves estos en las centrales subterráneas. De lo anterior se desprende que los servicios auxiliares en una central hidroeléctrica son fundamentales para su continuidad de su operación y para su seguridad.

Para el diseño de los esquemas que se utilizan en los Servicios Auxiliares, es importante considerar diversos criterios en cuanto, a las fuentes de alimentación, enlace entre las diferentes fuentes, reservas para su mayor seguridad, flexibilidad y facilidad de operación; por lo que enseguida hablaremos sobre estos aspectos:

1.2 ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN NAYARIT

En los criterios expuestos para la elaboración de los diagramas de los servicios auxiliares; para cada caso se utilizan dispositivos y arreglos diferentes, de acuerdo con las condiciones e importancia de la planta dentro del sistema interconectado. En atención a lo anterior es conveniente considerar algunos aspectos de la operación de estos sistemas.

Considerando los principios de confiabilidad y continuidad del servicio, realizar el menor número de operaciones de los interruptores que integran el sistema de servicios auxiliares y de acuerdo a las prioridades de alimentación de fuentes, se pretende energizar las barras NON y PAR en forma independiente manteniendo el interruptor electromagnético 52AB abierto, excepto en el caso en que una sola barra deba ser alimentada directamente con una fuente

Si la falla de tensión que provoque el cierre del interruptor 52AB, no es por falla de una fuente de alimentación, si no por falla de la barra misma, el 52AB de todos modos cerrará, dado que no se puede discriminar esta condición. Con objeto de no disparar la alimentación a la otra barra, deberá disparar el 52AB por la protección de sobrecorriente instantánea (50) asociada al interruptor.

Cuando el cierre del 52AB haya sido satisfactorio por no existir falla en la barra, la protección (50) no opera. Sin embargo, con objeto de mantener coordinación de protecciones en el sistema, es necesario bloquear la protección (50) del 52AB en estas condiciones

En el caso de contar con la prioridad No. 1 las barras NON y PAR alimentaran los servicios auxiliares de casas de maquinas y el tablero blindado de 13.8 KV suministrara la energía para las cargas conectadas al mismo

En caso de perder la prioridad No. 1 los servicios auxiliares de toda la planta serán alimentados desde las barras NON y PAR de 480 VCA.

Es importante mencionar que en caso de estar en prioridad No. 2 ó 3 por haberse perdido la 1 ó 2 respectivamente y en cualquier momento se recupera, por ejemplo la prioridad No. 1 el sistema de servicios auxiliares deberá restablecerse de inmediato bajo las condiciones de esta prioridad No. 1 y así también para la prioridad No. 2.

Para realizar la transferencia de fuentes de energía y la operación de todos los interruptores de 13.8 y 0.48 KV se deben tomar en cuenta todos los bloqueos y permisos establecidos en el diagrama unifilar de referencia.

1.2.1 OPERACIÓN MANUAL.-

En las maniobras que efectúa el operador de planta, existe la probabilidad de alguna equivocación con la consiguiente pérdida de servicios auxiliares, y probable daño al equipo mayor.

Para reducir esta probabilidad, son varias acciones las que se han estado realizando dentro de la Comisión Federal de Electricidad, entre la que se encuentra la adecuada y oportuna capacitación del personal de operación,

elaboración de procedimientos de operación y, en cuanto al diseño mejorar los sistemas de seguridad de los circuitos, principalmente en cuanto a los bloqueos en los cierre de interruptores, que impidan alguna situación peligrosa aun cuando el operador de la orden. Una ayuda muy objetiva para que el personal de operación capte con rapidez, la condición de los servicios auxiliares en un momento determinado, es el uso de un diagrama unifilar simplificado sobre el tablero de control llamado "BUS MIMICO".

TRANSFERENCIA DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE UNA FASE A OTRA.-

Cuando se tienen varias fuentes de alimentación, a veces es necesario cambiar una de estas por la otra, esto se puede hacer de dos maneras: transferencia en paralelo y transferencia fuera de paralelos.

La transferencia en paralelo, requiere la comprobación de sincronismo de las fuentes, lo que se puede hacer a través de contactos auxiliares de interruptores, o de reles de sincronismo. La transferencia fuera de paralelo no requiere de esto.

Dado que las centrales hidroeléctricas pueden soportar perfectamente una transferencia de auxiliares fuera de paralelo, aun con tiempos muertos relativamente largos se recomienda hacer la transferencia fuera de paralelo, eliminando la complicación consiguiente en el control

La transferencia de carga de la maquina auxiliar al sistema de auxiliares, solo se podrá hacer fuera de paralelo, abriendo primero el interruptor de aquella y rechazando la carga; cerrando después el interruptor correspondiente que de acceso a otra fuente de alimentación.

El arranque de la maquina auxiliar deberá ser remoto desde el tablero de auxiliares y con secuencia automática completa, es decir, que si se oprime un botón, la maquina se va sola a frecuencia y tensión nominales (lista para sincronizar o alimentar carga separada).

CRITERIO DE BLOQUEO DE CIERRE DE INTERRUPTORES

Dado que el manejo de interruptores se efectuara en todos los casos, exceptuando la maquina auxiliar fuera de paralelo, los bloqueos de cierre de los interruptores serán de dos tipos principales: bloqueo por contactos auxiliares de interruptores y bloqueo por contactos de reles de tensión

BLOQUEO POR CONTACTOS AUXILIARES DE INTERRUPTORES

Los contactos auxiliares pueden ser del propio interruptor o de un rele auxiliar, con reposición eléctrica (con bobina de operación y bobina de reposición). Deben

tomarse en cuenta los contactos de caja de interruptor, para que las funciones de bloqueo se sigan efectuando aun cuando el interruptor se extraiga de su cubiculo. Se usan dos tipos principales:

Aun interruptor se le impide cerrar si otro esta cerrado, viceversa. Bloqueo B1

A un interruptor se le impide cerrar si otros dos 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

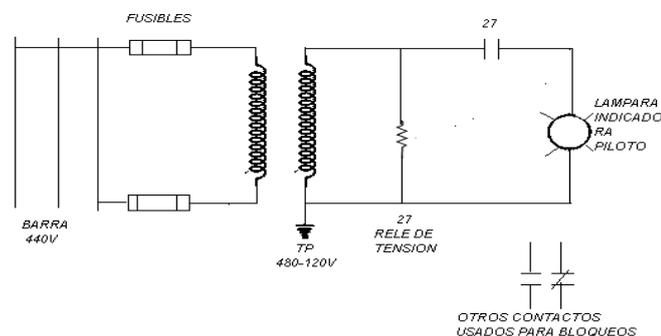
BLOQUEO POR CONTACTOS DE RELES DE TENSION

Son de dos tipos:

Para los interruptores que dan acceso a dos fuentes de alimentación al sistema de auxiliares, se permitirá el cierre, solamente cuando hay tensión en la fuente de alimentación y no hay tensión en el otro lado del interruptor. Bloqueo B27-1.

Cuando se trata de conectar dos barras se permitirá el cierre de un interruptor cuando una de las dos no tiene tensión, o cuando ninguna de las dos tiene tensión. Bloqueo B27-2.

Con objeto de detectar si un rele de tensión esta funcionando correctamente, se usarán lámparas indicadoras alimentadas por los mismos transformadores de potencial que alimentan a los reles correspondientes, de acuerdo con el esquema siguiente:



Todos los reles 27 mostrados se indican en posición desenergizada

BLOQUEOS DE CIERRE DE INTERRUPTORES DE GENERADOR AUXILIAR

Analizando los bloqueos en los interruptores GAN y GAP (ver diagrama unifilar) del Generador Auxiliar se ve que los dos Interruptores no cerraran simultáneamente de acuerdo al Bloqueo B1. Adicionalmente deben poder cerrar si hay tensión en el generador auxiliar y no hay en la barra correspondiente (Bloqueo B 27-1) y finalmente, si se cierra el conmutador de sincronización, el interruptor debe entrar aún cuando haya tensión en la barra correspondiente.

1.2.2 OPERACIÓN AUTOMÁTICA

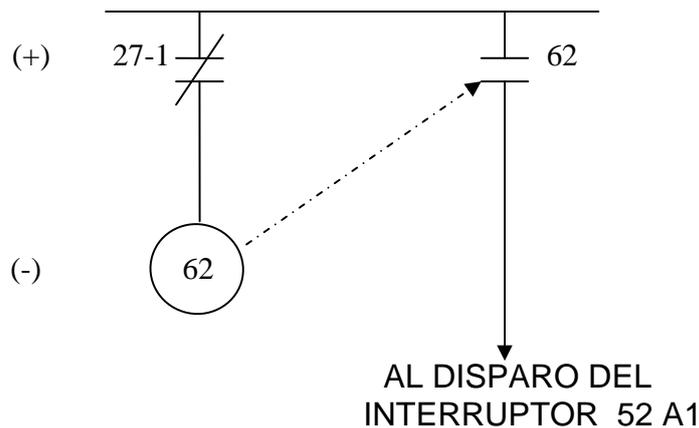
Los interruptores además de poder ser accionados manualmente (cambiar de la posición de cerrado a abierto o viceversa), lo pueden hacer automáticamente.

Salvo los accionamientos automáticos de las protecciones, en el sentido únicamente de abrir un interruptor para evitar mayores daños, los demás automatismos que se utilizan tienen como finalidad la preservación de la alimentación a los servicios propios. Cuando falla una fuente de alimentación que lleva algunas cargas de auxiliares en una planta, es conveniente, si existe otra fuente de alimentación, transferir estas cargas a esa automáticamente.

El disparo automático de los interruptores de las fuentes que fallen se puede iniciar con un contacto de relé de baja tensión en dicha fuente. Con objeto que, disminuciones súbitas en la tensión de la fuente no causen disparos del interruptor, conviene retrasarlo mediante el uso de un relé de tiempo 62 en el circuito.

Cuando la barra "par" y la barra "non" se estén alimentando cada una con diferente tipo de fuente y llegara a fallar una de las dos fuentes, el interruptor 52T cerrara automáticamente para transferir la alimentación hacia la barra que se halla quedado desenergizada, este cierre se efectuara después de que haya abierto automáticamente el interruptor que daba acceso a la fuente de alimentación fallada. Para que se lleve a cabo esta secuencia de operación automática de los interruptores, se conecta un contacto del relevador de baja tensión en las fuentes y se retrasa su operación mediante el uso del relevador de tiempo (62) en el circuito, el retraso sirve para evitar que el interruptor opere cuando existen disminuciones súbitas de tensión. El interruptor de amarre 52T también requiere de un relevador de tiempo (62) para cerrar automáticamente, este relevador se calibra a un tiempo mayor que los relevadores de las fuentes con el fin de dar oportunidad a que primero disparen los interruptores de las fuentes y después dispare este.

Para ejemplificar lo dicho, analizaremos los circuitos de las siguientes figuras aunque son muy elementales nos darán una idea de la forma de operación de los interruptores que dan acceso a las fuentes de alimentación y del interruptor de amarre 52T.



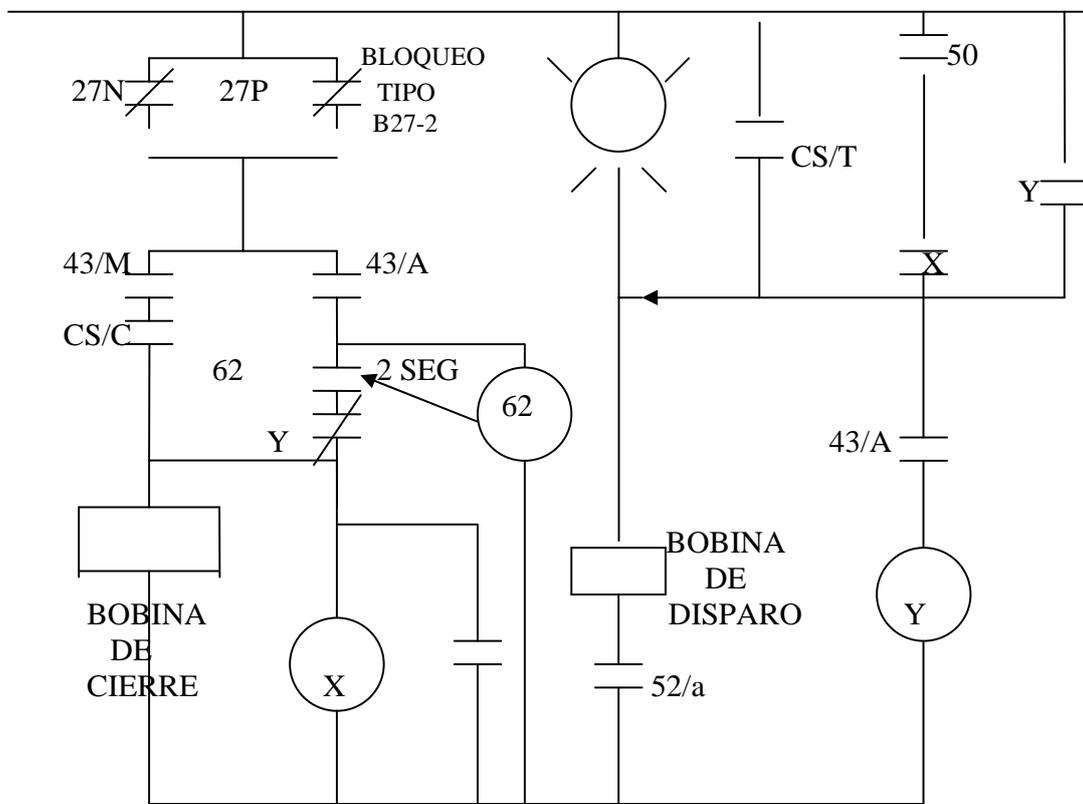
En la figura se representa el circuito de disparo del interruptor 52A1 de la fuente de unidad generadora No 1 la forma de operación de este circuito es la siguiente:

En condiciones normales de operación el relevador 27-1 (ver diagrama unificar) estará detectando la tensión de operación, manteniendo su contacto 27-1 abierto así el interruptor 52A1 estará cerrado permitiendo la alimentación a la barra "non". Cuando por alguna causa falle la fuente quedándose sin tensión, el relevador 27-1 lo detectara y mandara cerrar el contacto 27-1, en esta forma se energiza la bobina del relevador 62 cerrara su contacto 62, mandando la señal para que dispare el interruptor 52A1.

El siguiente diagrama corresponde al circuito de disparo y cierre del interruptor 52T, y la forma en al que opera es la siguiente:

De acuerdo al bloqueo B27-2 la falta de tensión en una de las barras (non ó par) ocasionara el cierre automatico del interruptor 52T, independientemente si la falla corresponde a la fuente de alimentación, o bien a la barra misma.

En el caso de que la falla sea en la barra, el 52T cerrara automáticamente y alimentara a la falla, lo cual no debe suceder. Por tal motivo se vio la necesidad de instalar una protección de sobrecorriente instantánea (50) para disparar el interruptor de amarre 52T y aislar la barra fallada.



Si la falla fue en la fuente de alimentación, el interruptor de amarre 52T cierra automáticamente pero la protección de sobrecorriente (50) no opera. Sin embargo con objeto de mantener la coordinación en el sistema, fue necesario eliminar la protección (50) del interruptor 52T un tiempo razonable después de haber entrado el interruptor satisfactoriamente, mediante la adición de un relevador "X" con un capacitor que permanece energizado durante el lapso de tiempo después de haber cerrado el interruptor y además sirve como permisivo del disparo del (50) durante ese mismo lapso de tiempo.

Par evitar bombeo en el cierre automático del interruptor 52T, se bloque el cierre cuando hay disparo por (50) mediante un relevador "Y", el cual se energiza en esta condición, se sella a si mismo cerrando su contacto que se encuentra en el circuito de disparo, y bloquea el cierre automático al abrir su contacto "Y" que se encuentra en el circuito de cierre. Para romper el sello se debe pasar el conmutador de transferencia 43 a la posición manual.

1.2.3 PROTECCIONES

Las protecciones empleadas son de sobrecorriente, ya sean integradas al interruptor o con transformador de corriente y relevador aparte.

En el diagrama unifilar se tienen las siguientes características:

- a) Se evita el paralelismo entre fuentes de alimentación y entre alimentadores a las cargas. Es decir ninguna de las dos barras de 480 V, deberán estar alimentadas cada una con dos fuentes al mismo tiempo, excepto cuando una de esas dos fuentes sea el generador auxiliar.
- b) La anterior simplifica las protecciones dado que las corrientes de falla que pudieran tenerse circulan íntegramente por todas los interruptores que las deban ver.
- c) Se emplean reactores para disminuir los valores de las corrientes de falla que puedan ser manejadas por los interruptores comerciales.
- d) A fin de evitar daños en el equipo por fallas a tierra, se reducen estas a valores que no dañen el equipo (aproximadamente 10 amp.). Esta reducción se logra intercalando en la conexión del neutro de los transformadores y tierra resistencias de valores adecuados (aprox. 25ohms). Las resistencias deberán especificarse para servicio continuo.
- e) Con el propósito de evitar riesgos y daños al personal y equipo debido a este tipo de conexión se emplea un explosor conectado en paralelo con la resistencia del neutro del transformador, de tal manera que, cuando se tengan tensiones de 1500 V. ó mas este opere.
- f) Para la detección de fallas a tierra en corriente alterna se conecta en paralelo con la resistencia del neutro del transformador, un transformador de potencial que alimenta a un relevador de tensión, el cual solamente acciona una alarma.

1.3 FUENTES DE ALIMENTACION QUE SE APLICAN EN EL CAJÓN NAYARIT

Los servicios auxiliares para la planta hidroeléctrica el Cajón tendrá únicamente tres de las cuatro tipos de fuentes tipos de fuentes mencionados anteriormente, estos son dos líneas de distribución externas de 115 Kv provenientes de otro sistema eléctrico, fuentes de unidad generadoras y generador hidráulico auxiliar

Fuente de unidad generadora.-En la tabla numero 1 se observa que para una planta con dos unidades, cada una de 394,74 MVA se debe tener por cada unidad una derivación para alimentar a los servicios auxiliares: la razón por la cual considero una alimentación por maquina es debido a la importancia que tiene la planta dentro del sistema. Cada alimentación o fuente tendrá un transformador reductor de 3.5 MVA y una relación de transformación de 17/0.480 KV

Generador auxiliar.- Aprovechando al caída de agua de la planta se ha optado por la selección de un generador auxiliar accionado por una turbina hidráulica cuya capacidad será de 3000 KVA

Líneas de distribución.- Estas serán dos, una proveniente de la subestación de Tepic industrial y la otra de la subestación de Ahuacatlán ambas de 115 KV. Estas serán las fuentes prioritarias que en su totalidad alimentaran a los servicios auxiliares

1.3.1 TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE FUENTES DE LA PLANTA HIDROELÉCTRICA EL CAJÓN NAYARIT

El sistema de Transferencia automático de fuentes consiste en la operación de los interruptores de modo que se tengan energizadas las barras que alimentan los Servicios Auxiliares de la planta con seguridad.

En la siguiente tabla se muestra cada una de las alternativas, que se pueden presentar para alimentar las cargas de cada una de las secciones que integran los servicios auxiliares de la Planta Hidroeléctrica el Cajón Nayarit, así como cada uno de los interruptores que deben permanecer cerrados o abiertos dependiendo de la alternativa de alimentación en la que se encuentre el sistema:

1.4 POSIBLES CONTINGENCIAS EN LOS SERVICIOS AUXILIARES

Para el diseño de las instalaciones de los servicios auxiliares para la planta, es necesario analizar los posibles tipos de fallas que pueden existir en los servicios auxiliares. Las fallas consideradas son de dos tipos:

- 1.- Disturbios en el sistema
- 2.- Fallas del equipo en la planta

Considerando estos dos tipos de fallas en cada uno de los servicios que comprenden los servicios auxiliares, se elaboro la tabla siguiente en donde podemos apreciar las consecuencias que pueden ocasionar dichas fallas

CONCECUENCIAS POSIBLES EN SERVICIOS AUXILIARES Y SUS CONCECUENCIAS								
SERVICIO	PERDIDA POR		TOTAL Ó PARCIAL	CONSECUENCIA	TIEMPO EN QUE OCURRE LA CONSECUENCIA	TIEMPO PARA REPONER	¿SE PUEDE SOPORTAR?	EN QUE CONDICIONES
	FALLA EQUIPO	FALLA ALIMENTACION						
AUXILIARES MAQUINA		X	T	PÉRDIDA UNIDAD CON RETRASO	15-60 MIN	CUANDO REGRECE LA TENSIÓN	SI	SIEMPRE
	X		T	PÉRDIDA UNIDAD CON RETRASO	15-60 MIN	LARGO	SI	CON AFECTACIÓN A SISTEMA
SERVICIOS GENERALES		X	T	PÉRDIDA BOMBEO Y CARGADORES	INSTANTANEA	CUANDO REGRECE LA TENSIÓN	SI	DURANTE 10 HRS
	X		T	PÉRDIDA BOMBEO Y CARGADORES	INSTANTANEA	LARGO	NO	NINGUNA PORQUE SE INUNDA LA PLANTA
	X		P	PÉRDIDA 1/2 BOMBEO Y 1/2 CARGADORES	INSTANTANEA	CUANDO REGRESA LA TENSIÓN	SI	EN FORMA CONTINUA
ALUMBRADO		X	T	PÉRDIDA ALUMBRADO NORMAL ENTRA EL DE EMERGENCIA	INSTANTANEA	LARGO	SI	DURANTE 3 HRS
	X		T	PÉRDIDA ALUMBRADO NORMAL ENTRA EL DE EMERGENCIA	INSTANTANEA	LARGO	SI	FORMA CONTINUA CARGADOR DE BATERIAS ES SUFICIENTE
	X		P	PÉRDIDA 1/2 ALUMBRADO	INSTANTANEA	LARGO	SI	EN FORMA CONTINUA
SUBESTACIÓN				PÉRDIDA COMPRESORES, CARGADORES, VENTILADORES, OBRA DE TOMA, VERTEDOR,CAMPAMENTO	INSTANTANEA	LARGO	SI	NO MOVIENDO INTERRUPTORES AIRE 12HRS.MANTENIENDO CONTROLES C.D. 24 HRS
	X		T	PERDIDA COMPRESORES, CARGADORES VENTILADORES	INSTANTANEA	LARGO	NO	
	X		P	PÉRDIDA MEDIA CARGA EN GENERAL	INSTANTANEA	LARGO	SI	

**CAPITULO II
DIAGRAMAS
UNIFILARES DE LA
CENTRAL
HIDROELÉCTRICO
(EL CAJÓN
NAYARIT)**

2.1 CALCULOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

El diagrama unifilar de conexiones principales de la Planta Hidroeléctrica el Cajón Nayarit muestra en una forma simple y esquemática las interconexiones entre los equipos eléctricos principales de la planta, como son los alternadores, transformadores de potencia, interruptores, cuchillas desconectadas, transformadores de instrumento, reactores, apartarrayos, etc. El diagrama es indispensable para realizar un conjunto de trabajos que al integrarse forman el Proyecto Eléctrico necesario para la construcción de la obra en su parte eléctrica.

Para su elaboración se requiere del conocimiento del sistema al que se conectara la obra, con lo cual podrá estimarse la importancia y con esto definir la confiabilidad del servicio que deberá proporcionar.

Si la Planta Hidroeléctrica va a producir una gran parte de la energía que se genera en el sistema al cual se conectara, tendrá un diagrama unifilar de conexiones principales, que permita una gran continuidad de servicio para los casos de mantenimientos de los equipos y fallas eléctricas en los mismos o en las instalaciones

Para formar un diagrama unifilar deberán considerarse en primer instancia cada uno de los elementos eléctricos que se interconectaran en este enseguida se hará un análisis de los dispositivos que lo integran:

2.1.1 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Se define como transformador de potencial al transformador diseñado para suministrar una tensión adecuada a instrumento de medición y protección. Bajo condiciones normales de operación, la tensión suministrada (tensión secundaria) es proporcional a una tensión primaria de la cual esta desfasada un ángulo cercano a cero. El transformador de potencial es un transformador convencional Cuyo devanado primario se puede conectar a un sistema eléctrico tanto entre fases como entre fase y tierra

Los TP'S de la planta hidroeléctrica el Cajón en la tensión de 13.8 KV fueron seleccionados conforme a la norma de referencia NRF-026-CFE (Transformadores de potencial inductivo para sistemas con tensiones nominales de 13.8 KV a 400 KV):

EXACTITUD Y CARGA NOMINAL

TENSIÓN NOMINAL DEL SISTEMA (KV)	TENSIÓN MAXIMA DE DISEÑO (KV)	CLASE DE EXACTITUD	CARGA NOMINAL (VA)	CLASE DE EXACTITUD	CARGA NOMINAL (VA)
13.8	15	0.2	50	0.3	75
23	25				
34.5	38				
69	72		100		200
85	100				
115	123				
138	145				
161	170				
230	245				
400	420				

TENSIONES NOMINALES Y CAPACIDADES TERMICAS

TENSIÓN NOMINAL DEL SISTEMA (KV)	TENSIÓN MAXIMA DE DISEÑO(KV)	CAPACIDAD TERMICA (VA)
13.8	15	500
23	25.8	
34.5	38	750
69	72.5	1500
85	100	
115	123	
138	145	
161	170	
230	245	
400	420	1000

TENSIONES EN DEVANADOS SECUNDARIOS

El valor de la tensión en el devanado secundario debe ser de:
 -120 V para transformadores con tensión máxima de diseño de 25.8 KV
 -115 V para transformadores con tensión máxima de diseño de 38 KV a 400 KV

FACTOR DE SOBRETENSIÓN

Los transformadores deben estar diseñados para operar con un factor de sobretensión de:

- a) Permanente: 1.2 (fase a tierra)
- b) Un minuto: 1.73 (fase a tierra)

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

TENSIÓN NOMINAL DEL SISTEMA (KV)	TENSIÓN MÁXIMA DE DISEÑO(KV)	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (UPRIM/USEC)UN SECUNDARIO	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (UPRIM/USEC)DOS SECUNDARIOS
13.8	15	8400/120	
23	25.8	14400/120	
34.5	38	20125/115	
69	72.5	40250/115	
85	100		
115	123	69000/115	69000/115-69
138	145	80500/115	80500/115-69
161	170	92000/115	92000/115-69
230	245	138000/115	138000/115-69
400	420		241500/115-69

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS TP'S DE 13.8 KV DEL CAJON

TIPO DE SERVICIO E INSTALACIÓN

Los TP'S son de aislamiento tipo seco encapsulados en resina tipo epoxi, instalados en el interior del cubículo de 13.8 KV

TENSIONES:

-Tensión nominal	13.8 KV
-Tensión máxima de operación de sistema fase-fase (valor eficaz)	15 KV
-Tensión soportable a la frecuencia industrial 60 Hz	34 KV
-NBI (Valor de cresta)	110 KV

FACTOR DE SOBRETENSIÓN

Factor de sobretensión

1.2 (Permanente)

1.73 (1 minuto)

POTENCIA TÉRMICA

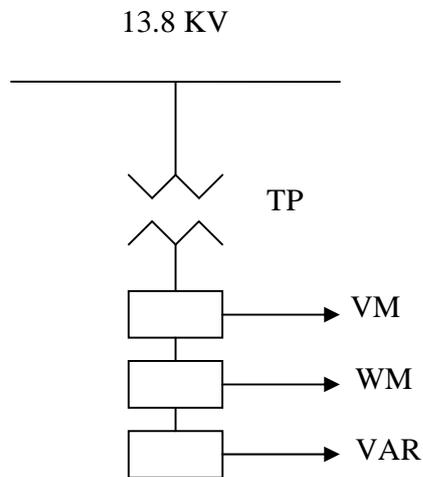
Potencia térmica

500 VA

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN - CLASE DE EXACTITUD**Datos Nominales de Transformadores de potencial**

Relación Transformación	Clase Exactitud ANSI
14400/120 – 69	0,3WXY

A continuación se muestra un ejemplo de la selección de un transformador de potencial cuando se cuenta con los datos de toda la carga conectada al secundario:



DATOS DE LA CARGA

Vólmetro (VM) = 3VA

Wáttmetro (WM) = 5VA

Vármetro (VAR) = 5VA

Para encontrar el valor del burden, se hace la suma de todas las cargas:

$$VA = 3VA + 5VA + 5VA$$

$$VA = 13VA$$

Las especificaciones del TP son:

Voltaje primario $13.8 / \sqrt{3}$ KV

Voltaje secundario $120 / \sqrt{3}$ V

Relación de transformación: $\frac{13.8\sqrt{3}KV}{120\sqrt{3}V} = 115$

Potencia devanado secundario: 25 VA

Designación: X

2.1.2 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Es el transformador diseñado para suministrar la corriente adecuada en aparatos de medición, protección o ambos, en la cual la corriente secundaria en las condiciones normales de uso, es proporcional a la corriente primaria y defasada con respecto a ella un ángulo cercano a cero.

Para reducir en forma precisa, a través de la transformación, la magnitud de la corriente primaria a valores que sean más fáciles de manipular por razones de seguridad de personal y para aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión. Para los transformadores de corriente, el valor normalizado de corriente en el secundario es de 5A.

Los transformadores de corriente se pueden fabricar para servicio interior o exterior. Los de servicio interior son mas económicos y se fabrican para tensiones servicios de hasta 23kv.

PARAMETROS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Corriente: La corriente primaria y secundaria de un transformador de corriente debe estar normalizada de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.

Corriente primaria: Para esta magnitud se selecciona el valor normalizado inmediato superior de la corriente calculada para la instalación.

Para subestaciones de potencia, los valores normalizados son 300, 400, 600, 800, 1200, 1500, 2000 y 4000 amperes.

Carga secundaria: Es el valor de la impedancia en ohms, reflejada en el secundario de los transformadores de corriente que esta constituida por al suma de las impedancias del conjunto de todos los medidores, relevadores, cables, y conexiones conectadas en serie con el secundario y que corresponden a la llamada potencia de precisión. Las cargas normalizadas se designan con la letra **B** seguida del valor total de la impedancia. El valor del factor de potencia es de 0.9 para circuitos de medición y de 0.5 para los de protección. A continuación se muestran las cargas normalizadas para transformadores de corriente:

CARGAS NORMALES PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE SEGÚN NORMAS ANSI C.57.13			
DESIGNACION DE LA CARGA	CARACT. PARA 60 Hz Y CORR. SEC. DE 5A	VA	FACTOR DE POTENCIA
	IMPEDANCIA (OHMS)		
B0.1	0.1	2.5	0.9
B0.2	0.2	5	0.9
B0.3	0.3	12.5	0.9
B1.0	1	25	0.5
B2.0	2	50	0.5
B4	4	100	0.5
B8	8	200	0.5

Clase de precisión: La clase de precisión se designa por el error máximo admisible, en por ciento, que el transformador puede introducir en la medición operando con su corriente nominal primaria y la frecuencia nominal.

Las normas ANSI definen la clase de precisión de acuerdo con los siguientes valores: 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.6, 1.2, 3 y 5 cada clase de precisión especificada debe asociarse con la carga nominal de precisión.

Clase precisión para protección: Los transformadores con núcleo para protección, se diseñan para que la corriente secundaria sea proporcional a la primaria para corrientes con valores de hasta 20 veces el valor de la corriente nominal

La norma ANSI hace la siguiente clasificación de la precisión para protección:
Clase **C** y Clase **T**

Tipo de servicio e instalación:

Todos los TC's son de tipo ventana, instalados en interior del cubículo de servicios auxiliares.

Tensiones

Tensión nominal (IEC)
13,8kV

Tensión máxima de operación de sistema, fase-fase (valor eficaz)(IEC)
15kV

Factor de sobrecorriente

El factor de sobrecorriente nominal debe ser mínimo de 1,2.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Los datos presentados en la tabla abajo son suministrados por el fabricante de los transformadores de corriente:

Relación de Transformación - Clase de Exactitud

Datos Nominales de los Transformadores de Corriente

Leyenda	Fabricante	Relación Transformación	Clase Exactitud ANSI
Tablero del Enlace da Bus con Cuchilla			
TC Manguito TPN	WALTEC	200 – 5A	C100
Tablero del Enlace da Bus con Cuchilla			
TC Manguito TPP	WALTEC	200 – 5A	C100
OBBA -Tablero Blindado 13,8kV			
TC-T1.-1.2.3	ISOLET	400 – 5A	C100
TC-T2 –1.2.3	ISOLET	400 – 5A	C100
TC-OT1-1-2-3	ISOLET	100 – 5A	C100
TC-OT2-1-2-3	ISOLET	100 – 5A	C100
TC-CV1-1-2-3	ISOLET	100 – 5A	C100
TC-CV2-1-2-3	ISOLET	100 – 5A	C100
TC-SE1-1-2-3	ISOLET	100 – 5A	C100
TC-SE2-1-2-3	ISOLET	100– 5A	C100
TC-R1-1-2-3	ISOLET	150 – 5A	C100
TC-R2-1-2-3	ISOLET	100- 5A	C100
TC-N-1-2-3	ISOLET	200 – 5A	C100
TC-P-1-2-3	ISOLET	200 – 5A	C100

VERIFICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Los transformadores serán verificados de acuerdo con su aplicación: transformadores de corriente para aplicación con relevadores de protección y para aplicación con los medidores.

CÁLCULO DE LA CARGA NOMINAL DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

CÁLCULO DE LA CARGA NOMINAL DE LOS CABLES

$$P_c = \frac{2 \times L \times \rho}{A} \times I^2$$

P_c = potencia del cable (kVA)

ρ = 0,0179 (constante de resistividad)

I = Corriente nominal secundaria del TC

L = Longitud del cable

A = Sección del cable

CÁLCULO DE LA CARGA DE LOS EQUIPOS CONECTADOS A LOS TC'S:

La carga de los relevadores conectados a los TC's fue obtenida a través de datos de catálogo de los fabricantes de los equipos conectados al secundario de los TC's, donde se indica una carga de .03VA

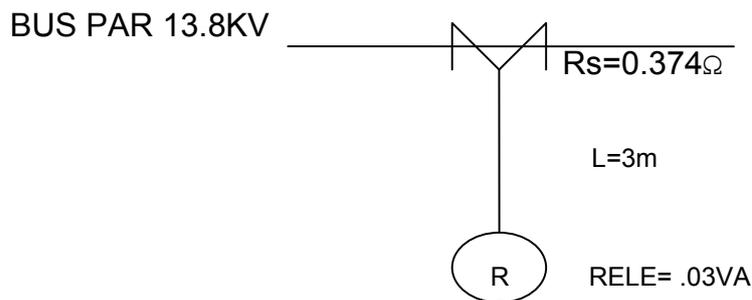
Algunos de los datos abajo mencionados deben ser informados por el fabricante de los transformadores de corriente.

R_b (Rated Burden Resistive) Carga Resistiva Nominal - Valor nominal de la carga resistiva conectada en el secundario en ohms. (Dato del fabricante =25VA)

R_{ct} (Secondary Winding Resistance) Resistencia Enrolamiento Secundario – Resistencia en ohms del enrolamiento secundario corregido para 75 °C.(Dato del fabricante = 0.374Ω)

R_s (Resistance loop secondary) Resistencia de la Carga conectada – Resistencia total del circuito secundario, incluso la R_{ct} y las cargas externas conectadas.

A continuación un ejemplo numérico con el TC T1-2-3:



Datos:

$L = 3m$
 $A = 4 \text{ mm}^2$
 $I = 5 \text{ A}$
 $\rho = 0,0179$ (constante de resistividad)

$$P_c = \frac{2 \times L \times \rho}{A} \times I^2 \qquad P_c = \frac{2 \times 3 \times \rho}{4} \times 5^2 \qquad P_c = 0,67125 \text{ W} \approx P_c = 0,67 \text{ VA}$$

TC-T1 -1.2.3 / TC-T2 -1.2.3

ANSI - C100 – 25 VA

RbN = 25 VA

$R_b \approx \text{PEQUIP.} + P_{\text{Cable}} = 0.3 + 0.67 = 0.97 \text{ VA}$

$R_{ct} \approx 0,374\Omega \times 52 = 9.35 \text{ VA}$

$R_S = R_b + R_c = 0.97 + 9.35 = 10,32 \text{ VA}$

La carga total conectada al secundario de los TC's no debe exceder su carga nominal.

Carga nominal $R_bN = 25 \text{ VA}$

Resistencia Total Conectada $R_s = 10,32 \text{ VA}$

Entonces el $R_b N > R_s$ – El transformador de corriente cumple la carga total conectada

2.1.3 REACTORES LIMITADORES DE CORRIENTE

Son bobinas que se utilizan para limitar una corriente de cortocircuito y poder disminuir en esta forma la capacidad interruptiva de un interruptor y por lo tanto su costo, en ocasiones se utilizan también en serie con cada una de las tres fases de algún transformador para limitar la corriente de cortocircuito trifásica.

Los reactores, según su capacidad, pueden ser de tipo seco para potencias reactivas pequeñas o del tipo sumergido en aceite para potencias elevadas, la construcción de los reactores desde el punto de vista de sus materiales es prácticamente a la de los transformadores.

En el caso de la Central Hidroeléctrica el Cajón se utilizan reactores limitadores de corriente de cortocircuito a 14KA a continuación muestro el calculo de la impedancia que deben tener cada uno de estos:

CALCULO DE LA IMPEDANCIA DEL REACTOR EN Ω PARA LIMITAR LA I_{cc} DE 59.5KA A 14KA.

Por norma esta especificado que el valor del voltaje nominal que se tiene en el sistema donde se va a limitar la corriente se debe tomar al 105% para efectuar el calculo.

Para el lado donde limitaremos la corriente tenemos:

$$I_{cc} = 14KA$$

$$P_{cc} = ?$$

Para encontrar el valor de la potencia utilizamos la siguiente formula:

$$I_{cc} = \frac{MVA}{\sqrt{3}KV}$$

$$MVA = I_{cc} \times \sqrt{3} \times KV$$

$$= (14000 KA) \times (\sqrt{3}) \times (.48 KV)$$

$$= 11.64 MVA$$

Con los datos anteriores y utilizando la formula siguiente obtendremos la impedancias del reactor que nos va a limitar la corriente a 14KA :

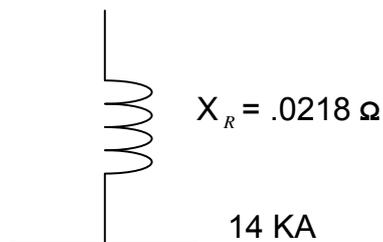
$$\begin{aligned} X_L &= \frac{(Vx1.05)^2}{MVA} \\ &= \frac{(.48KVx1.05)^2}{11.64MVA} \\ &= .0218 \Omega \end{aligned}$$

La impedancia requerida del reactor para limitar la corriente a 14KA es de .0218 Ω

Con el siguiente cálculo demostramos la corriente nominal que tendrá el reactor:

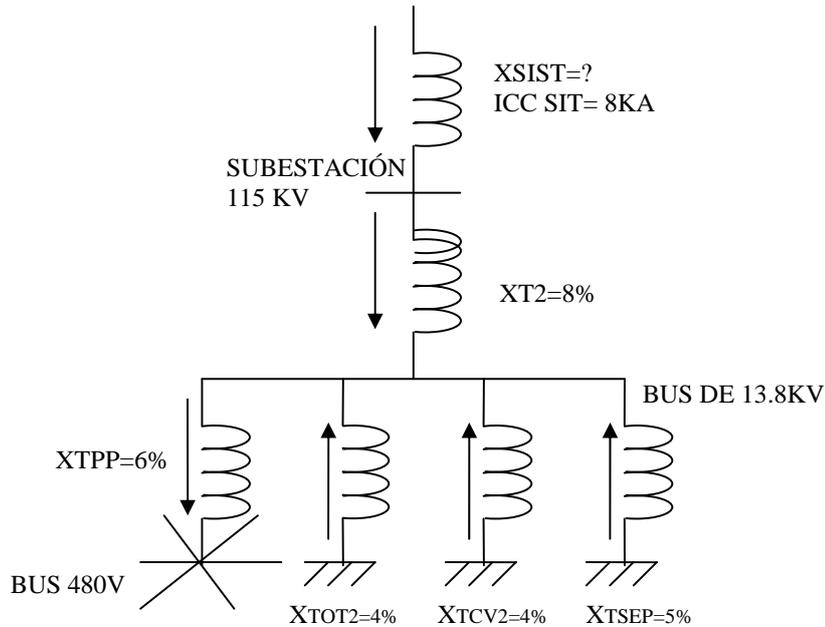
$$\begin{aligned} I_R &= \left(\frac{Vx1.05}{\sqrt{3}} \right) \left(\frac{1}{X_L} \right) \\ &= \left(\frac{.48KVx1.05}{\sqrt{3}} \right) \left(\frac{1}{.0218} \right) \end{aligned}$$

$$I_R = 13.35 \text{ KA}$$



2.2 CALCULO DE CORTO CIRCUITO

ANÁLISIS DE LA FALLA EN EL BUS DE 480 V CON ALIMENTACIÓN DE SUBESTACIÓN DE 115 KV A 13.8KV



POTENCIAS	REACTANCIAS %	BASE 2
T2=7500KVA	8%	KVA=1000
TPP=3000KVA	6%	
TOT2=300KVA	4%	
TCV2=300KVA	4%	
TSEP=1000KVA	5%	

FORMULA PARA CONVERTIR A UNA SOLO BASE TODAS LAS REACTANCIAS EN % UTILIZANDO LA BASE 2

$$X = \left(\frac{KVABASE2}{KVABASE1} \right) (REACTANCIA\%)$$

CALCULO PARA T2

$$X\% = \left(\frac{1000}{7500} \right) (8) = 1.06$$

CALCULO PARA TPP

$$X\% = \left(\frac{1000}{3000} \right) (6) = 1.9$$

CALCULO PARA TOT2

$$X\% = \left(\frac{1000}{300} \right) (4) = 13.3$$

CALCULO PARA TCV2

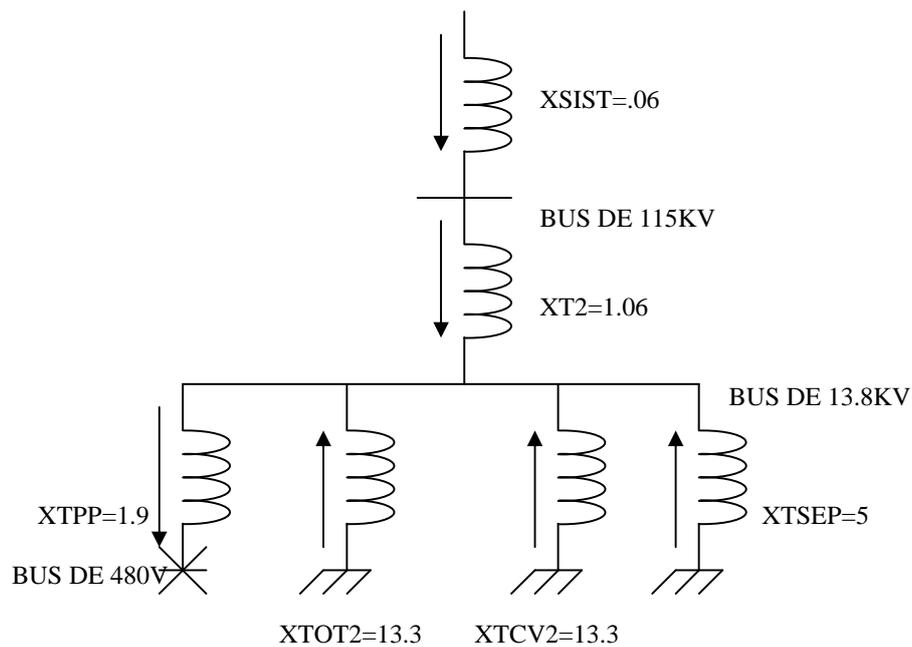
$$X\% = \left(\frac{1000}{300} \right) (4) = 13.3$$

CALCULO PARA TSEP

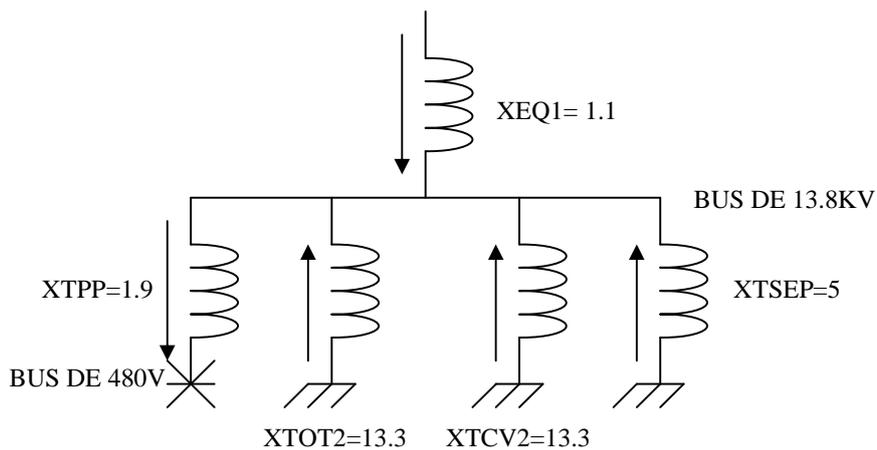
$$X\% = \left(\frac{1000}{1000} \right) (5) = 5$$

PARA EL CÁLCULO DE LA REACTANCIA DEL SISTEMA EN %

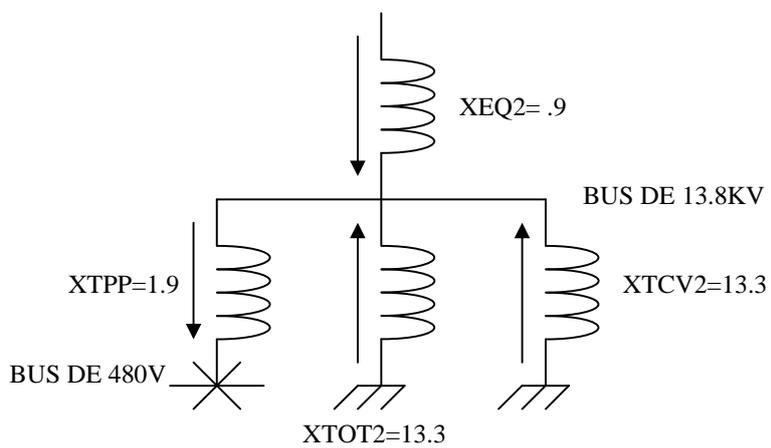
$$X\% \text{ SIST} = \left(\frac{(1000) * (100)}{(8000) * (\sqrt{3}) * (115)} \right) = .06$$



$$\begin{aligned} XEQ1 &= XSIST + XT2 && \text{(REACTANCIAS EN SERIE)} \\ &= .06 + 1.06 \\ &= 1.1 \end{aligned}$$

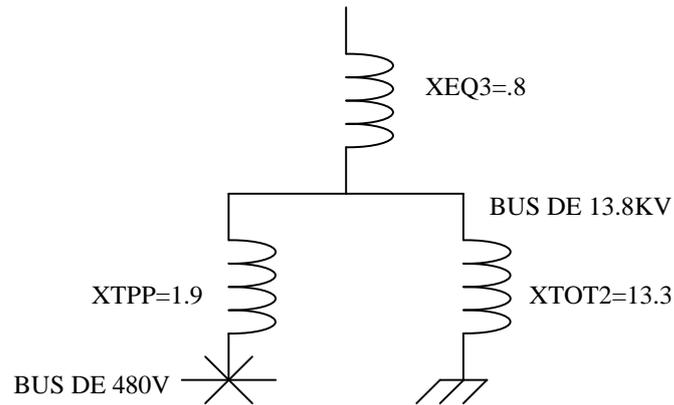


$$\begin{aligned} XEQ2 &= XEQ1 // XTSEP && \text{(REACTANCIAS EN PARALELO)} \\ &= \left(\frac{1.1 * 5}{1.1 + 5} \right) = .9 \end{aligned}$$



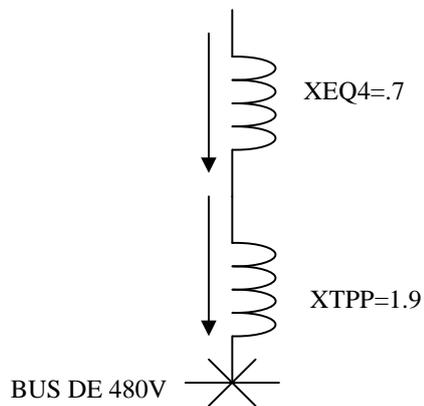
$$X_{EQ3} = X_{EQ2} // X_{TCV2} \quad (\text{REACTANCIAS EN PARALELO})$$

$$= \left(\frac{.9 * 13.3}{.9 + 13.3} \right) = .8$$



$$X_{EQ4} = X_{EQ3} // X_{TOT2}$$

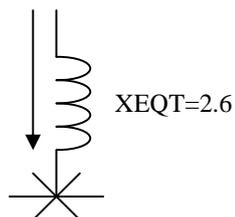
$$= \left(\frac{.8 * 13.3}{.8 + 13.3} \right) = .7$$



$$X_{EQT} = X_{EQ4} + X_{TPP} \quad (\text{EN SERIE})$$

$$= .7 + 1.9$$

$$= 2.6$$



BUS DE 480V

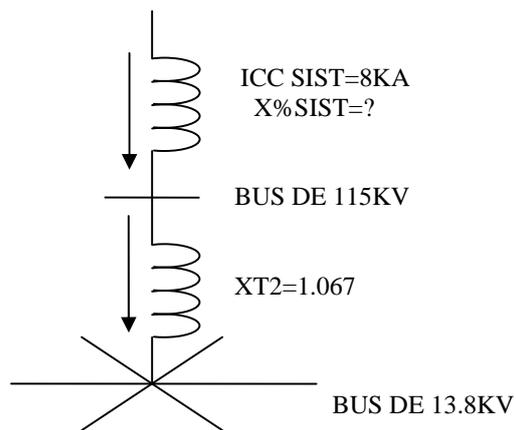
$$ICCSIM = \left(\frac{1000 * 100}{(XEQT) * (\sqrt{3}) * (KV)} \right)$$

$$= \left(\frac{100000}{(2.6) * (\sqrt{3}) * (.48)} \right)$$

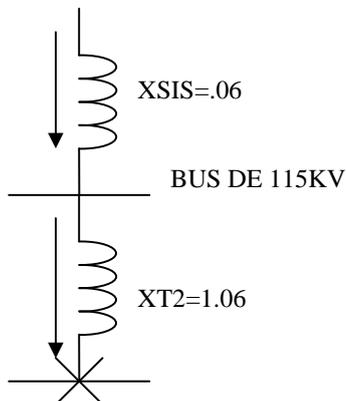
$$= 46262 \text{ A}$$

$$= 46.2 \text{ KA}$$

**ANALISIS DE LA FALLA DE CORTO CIRCUITO EN EL BUS DE 13.8 KV ALIMENTADOR DEL
TABLERO METAL CLAD DE LOS SERVICIOS AUXILIARES**



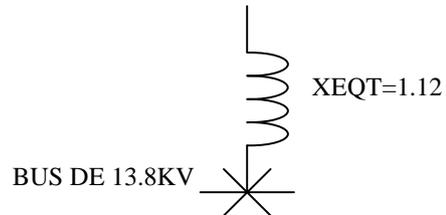
$$X\%SIST = \frac{(1000)(100)}{(8000)(\sqrt{3})(115)} = .0625 \quad (\text{REACTANCIA DEL SISTEMA})$$



BUS DE 13.8KV

$$\begin{aligned} X_{EQT} &= X_{SIST} + X_{T2} \\ &= 1.06 + 0.06 \\ &= 1.12 \end{aligned}$$

(REACTANCIAS EN SERIE)

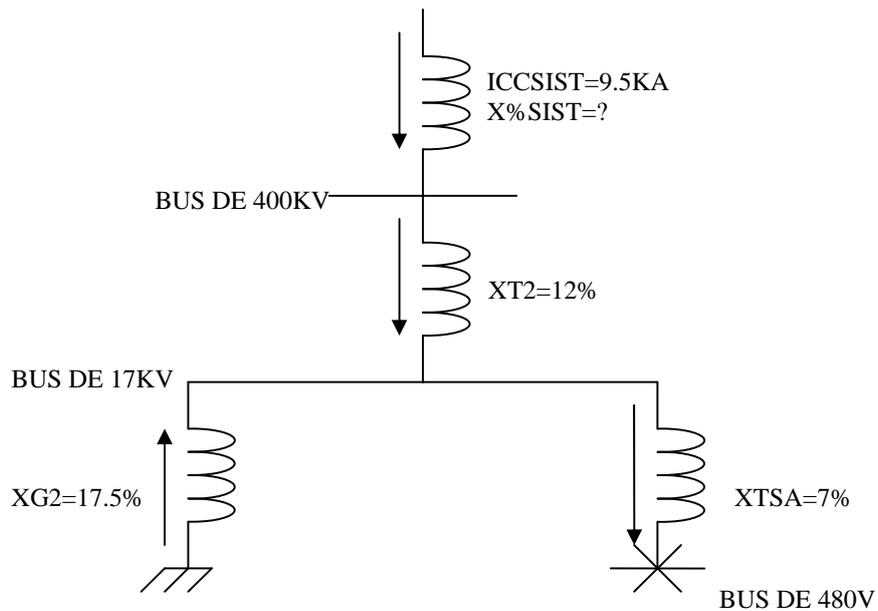


$$I_{CCSIST} = \left(\frac{1000 * 100}{(X_{EQT} \%) * (\sqrt{3}) * (KV)} \right)$$

$$I_{CCSIST} = \left(\frac{100000}{(1.12) * (\sqrt{3}) * (13.8)} \right)$$

$$\begin{aligned} &= 3702^a \\ &= 3.7KA \end{aligned}$$

ANÁLISIS DE LA FALLA EN EL BUS DE 480V CONSIDERANDO LA ALIMENTACIÓN DE GENERADORES A TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES



POTENCIAS
 G2=394,740KVA
 T2=146,000KVA
 TSA2=3500KVA

REACTANCIAS
 17.5%
 12%
 7%

BASE 2
 KVA=1000

CALCULO PARA G2

$$X\% = \left(\frac{1000}{394740} \right) (17.5) = .04$$

CALCULO PARA T2

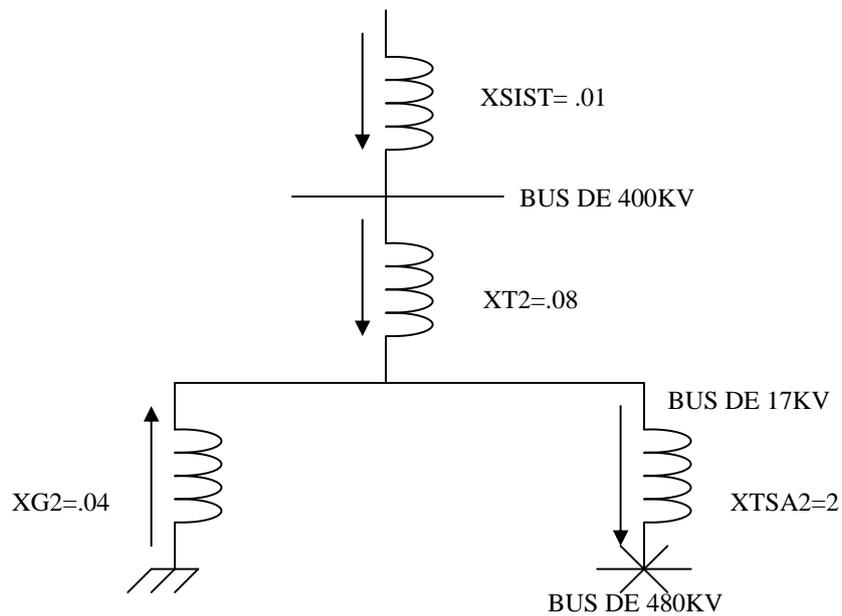
$$X\% = \left(\frac{1000}{146000} \right) (12) = .08$$

CALCULO PARA TSA2

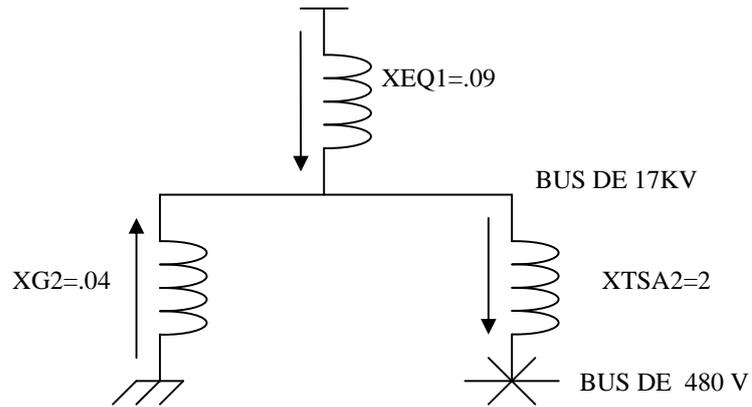
$$X\% = \left(\frac{1000}{3500} \right) (7) = 2$$

CALCULO PARA LA REACTANCIA DEL SISTEMA

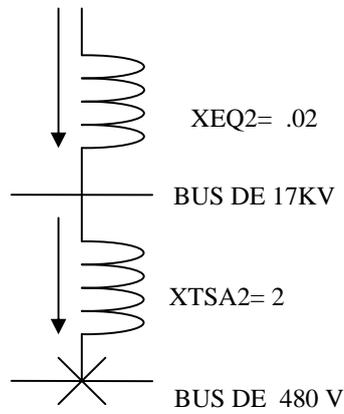
$$XSIST\% = \left(\frac{1000 * 100}{(9500) * (\sqrt{3}) * (400)} \right) = .015$$



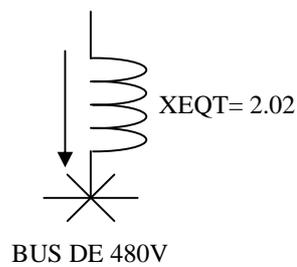
$$\begin{aligned} XEQ1 &= XSIST + XT2 && \text{(REACTANCIAS EN SERIE)} \\ &= .01 + .08 \\ &= .09 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} XEQ2 &= XEQ1 // XG2 && \text{(REACTANCIAS EN PARALELO)} \\ &= \left(\frac{.09 * .04}{.09 + .04} \right) = .02 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} XEQT &= XEQ2 + XTSA2 && \text{(REACTANCIAS EN SERIE)} \\ &= .02 + 2 \\ &= 2.0 \end{aligned}$$

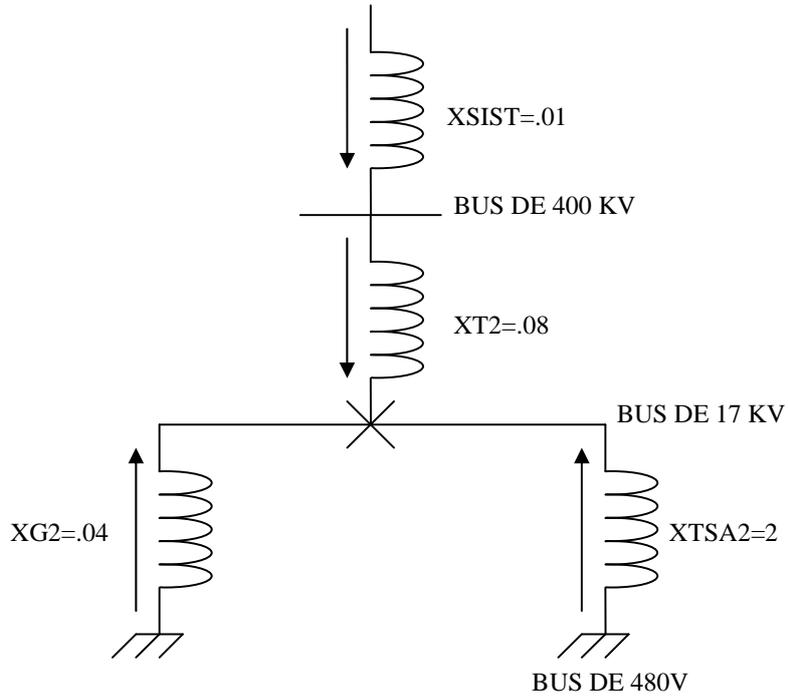


$$ICCSIM = \left(\frac{1000 * 100}{(2.02) * (\sqrt{3}) * (.48)} \right)$$

$$= 59545^a$$

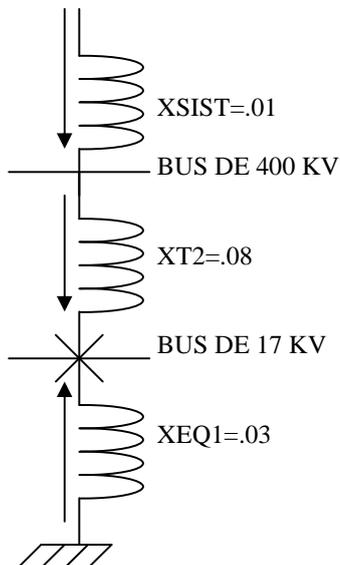
$$ICCSIM = 59.54 \text{ KA}$$

ANALISIS DE LA FALLA EN EL BUS DE 17 KV



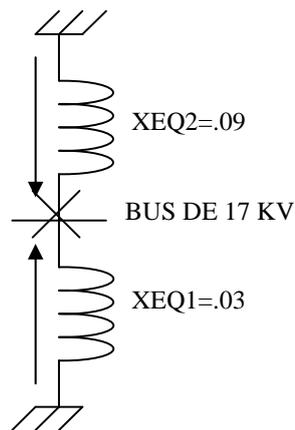
$$XEQ1 = XG2 // XTSA2 \quad (\text{REACTANCIAS EN PARALELO})$$

$$= \left(\frac{.04 * 2}{.04 + 2} \right) = .03$$



$$\begin{aligned} XEQ2 &= X_{SIST} + X_{T2} \\ &= .01 + .08 \\ &= .09 \end{aligned}$$

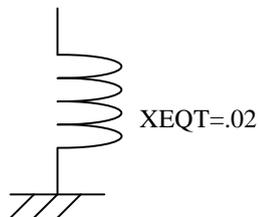
(REACTANCIAS EN SERIE)



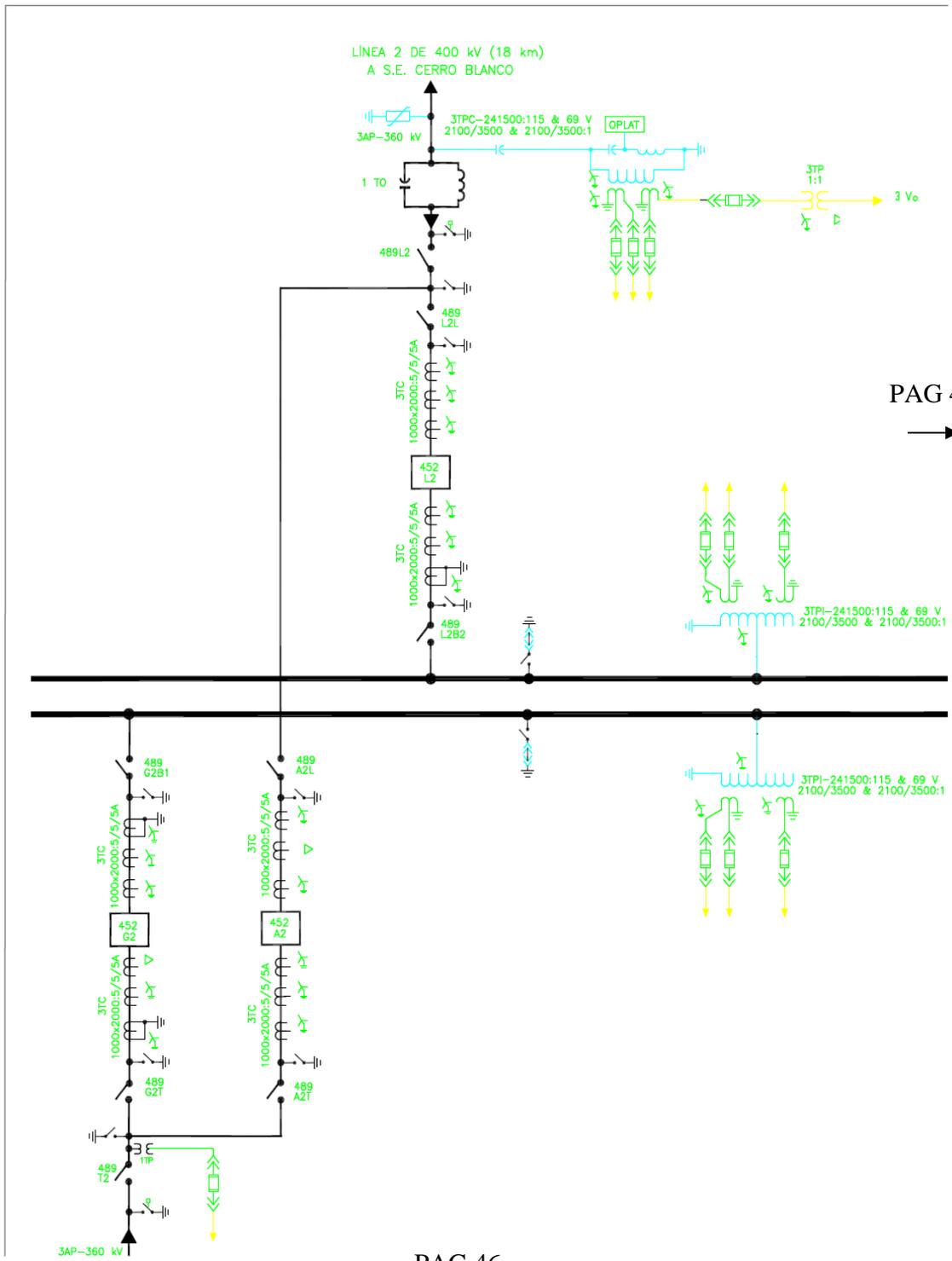
$$XEQT = XEQ1 // XEQ2$$

(REACTANCIAS EN PARALELO)

$$= \left(\frac{.03 * .09}{.03 + .09} \right) = .02$$



$$\begin{aligned} ICCSIM &= \left(\frac{1000 * 100}{(.02) * (\sqrt{3}) * (17)} \right) \\ &= 169808^a \\ ICCSIM &= 169.8KA \end{aligned}$$

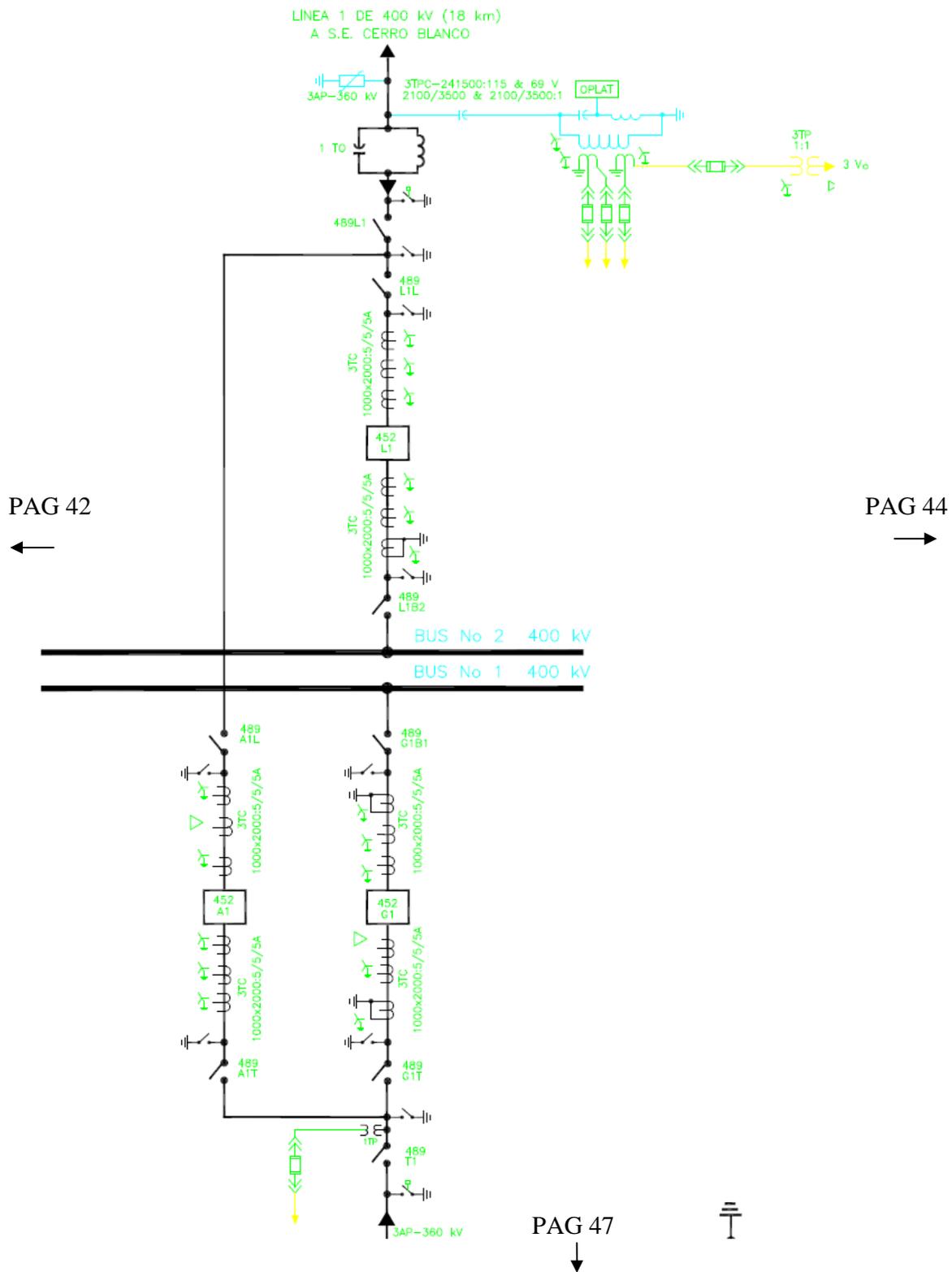


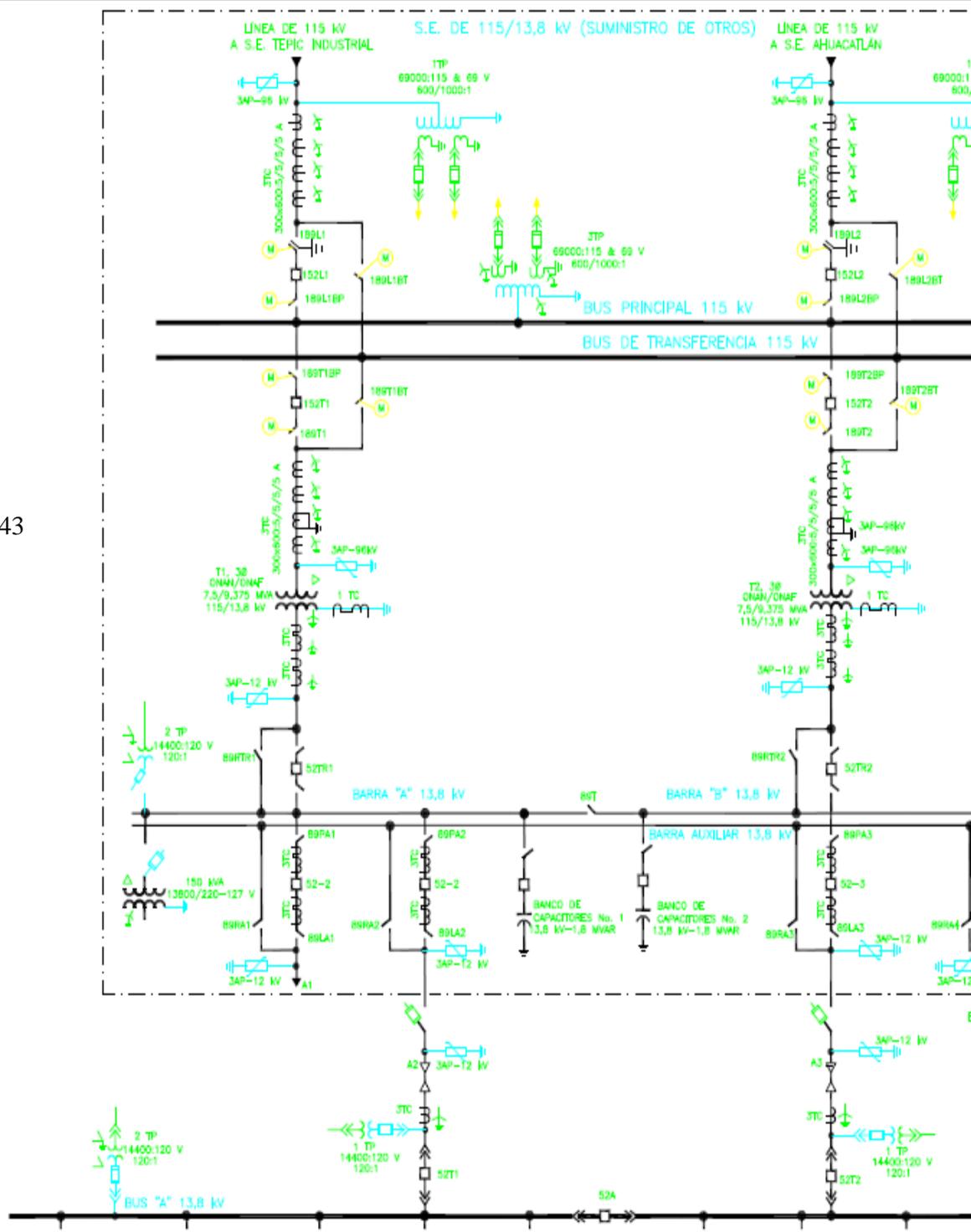
PAG 43



PAG 46





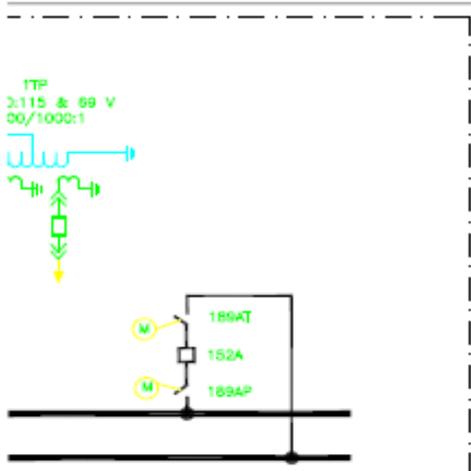


S.E. DE 115/13,8 KV (SUMINISTRO DE OTROS)

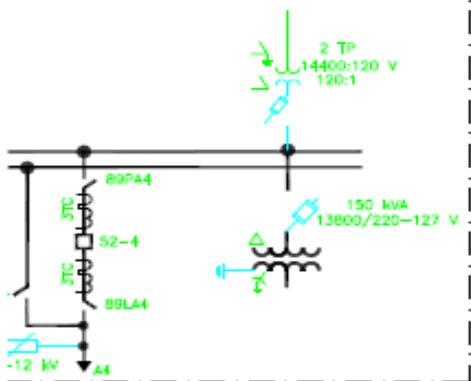
PAG 43

PAG 45

PAG 48



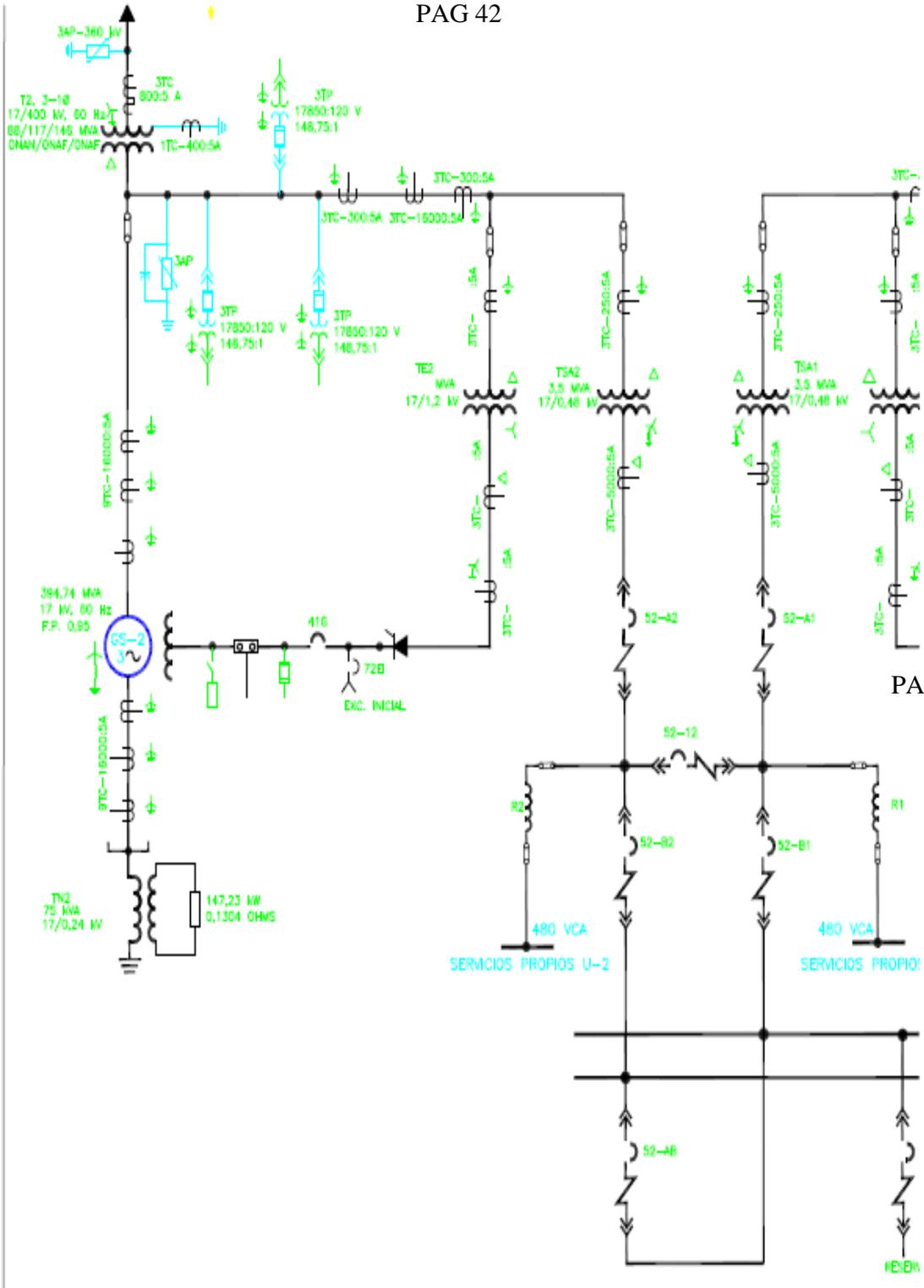
PAG 44



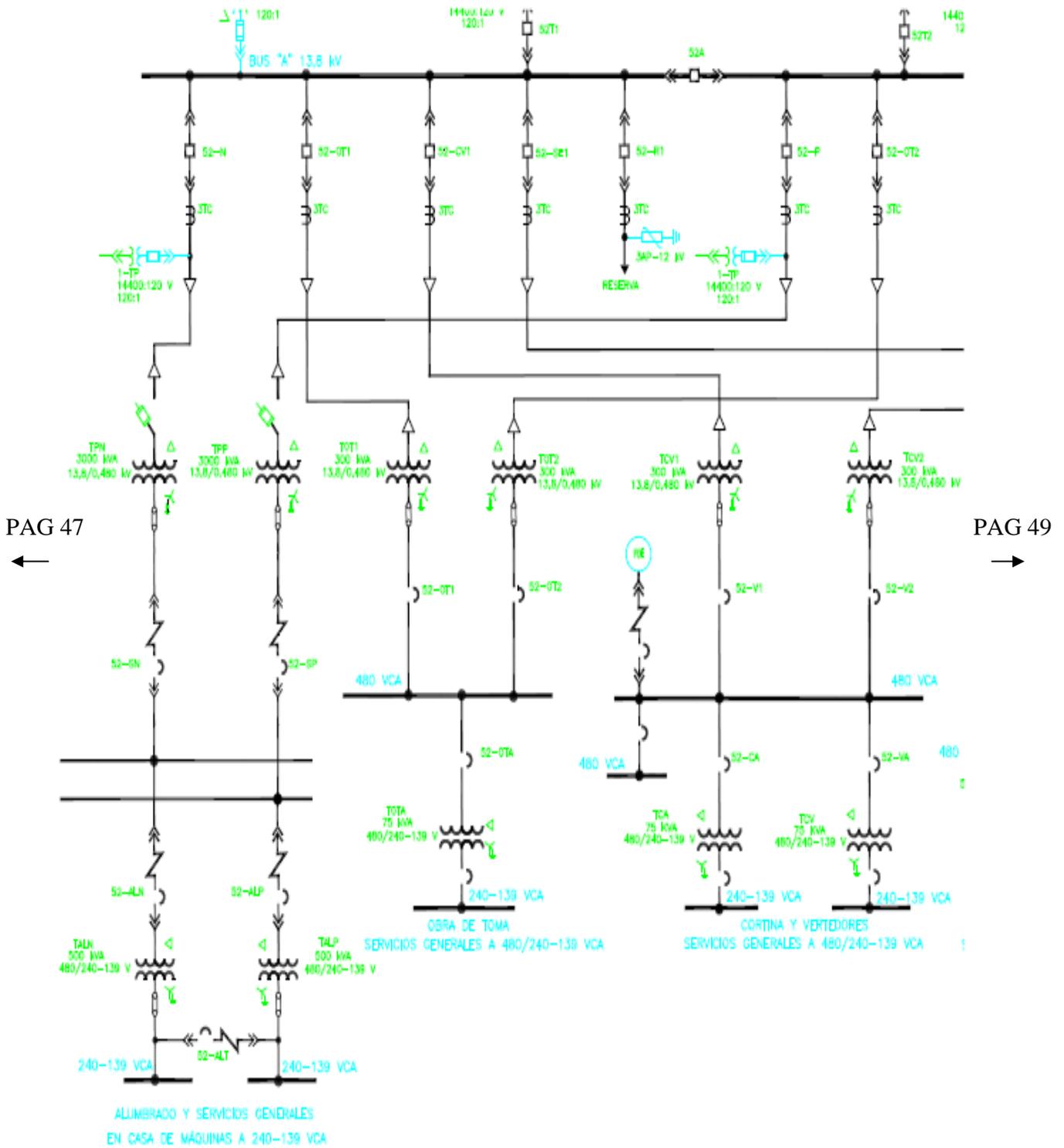
SIMBOLOGIA	
	GENERADOR SINCRONO
	UNIDAD AUXILIAR HIDÁULICA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	CUCHILLA DESCONECTADORA
	CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA ARLADA
	CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA DE CIERRE RÁPIDO
	CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA DE CIERRE LENTO
	INTERRUPTOR DE MEDIA TENSIÓN TIPO EXTRAIBLE
	INTERRUPTOR ELECTROMAGNÉTICO
	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUCTIVO
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO BUSHING
	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO
	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUCTIVO
	APARTARRAYOS
	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN PARA ATERRIZAMIENTO DEL NEUTRO DEL GENERADOR
	FUSIBLE
	RESISTENCIA
	EXPLOSOR
	INTERRUPTOR DE CAMPO
	ESLABÓN REMOVIBLE
	CABLE AISLADO DE ENERGIA
	TRAMPA DE ONDA
	CAPACITOR
	LIMITE DEL TABLERO BLINDADO DE 13,8 kV

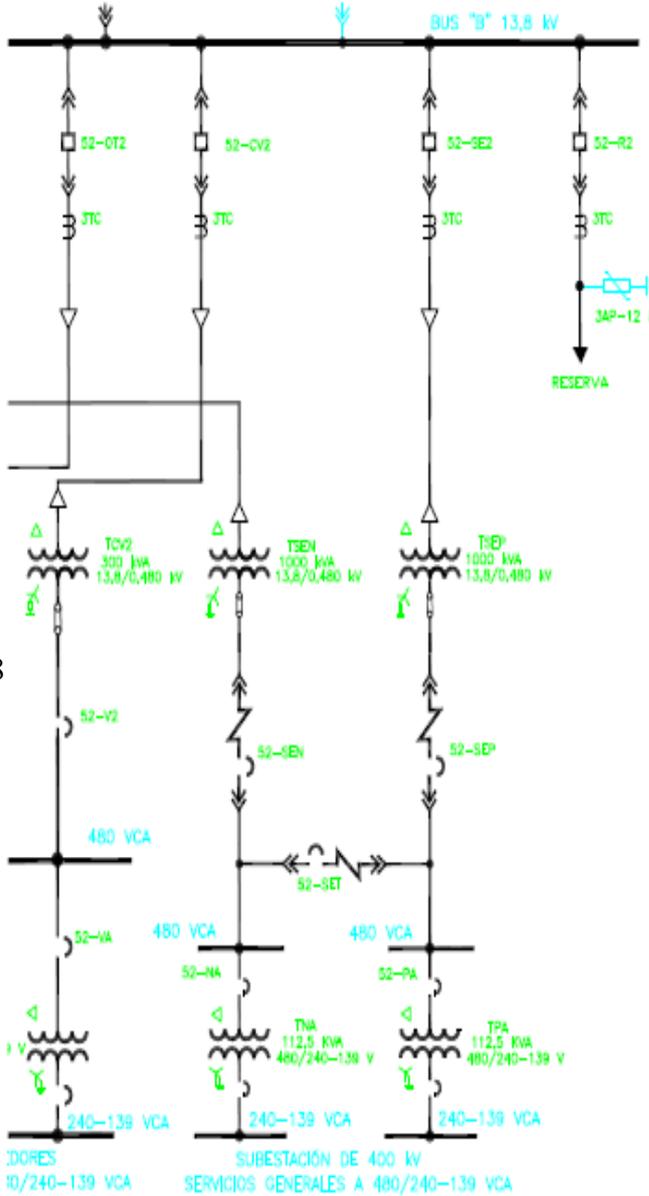
PAG 49





CAJUNOB01.DWG
FECHA: 12/04/02





- LIMITE DEL TABLERO BUNDADO DE 13,8 kV
- ⎓ LIMITE DE LA SUBESTACION EN SPR DE 400 kV
- · — · LINEA QUE MARCA EL LIMITE DE LA S.E. DE 115 kV
- ⊙ (R.E.) PLANTA DE EMERGENCIA DIESEL

NOTAS

1. - LAS CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE LA S.E. DE 400 kV DEBEN ESTAR PROVISTAS DE UN MECANISMO DE OPERACION TRIPOLAR, ACCIONADO POR UN MOTOR ELECTRICO
2. - LAS CUCHILLAS DE PUESTA TIERRA DEBEN SER ACCIONADAS POR MECANISMO A MOTOR ELECTRICO DE OPERACION INDEPENDIENTE

REV	FECH	DESCRIPCION	EST	HE	HE

CFE COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
 SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION
 COORDINACION DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS
 GERENCIA TECNICA DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS
 SUBDIRECCION DE OBRAS HIDROELECTRICAS

PROYECTO HIDROELECTRICO: EL CAJON, NAY.
 CONJUNTO: OBRAS PRINCIPALES
 TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
 AREA DE DISEÑO: DISCIPLINA DE INGENIERIA BASICA Y NORMALIZACION

REVISOR: ING. MIGUEL ANGELO G. JEFE DE GERENCIA	APROBADO: ING. MIGUEL A. ESCOBEDO P. JEFE DEPTO. ELECTRICIDAD	CALIFICACION Y APROBACION: ING. TOMAS G. SANCHEZ R. SUBDIRECCION	AUTORIZADO: ING. VÍCTOR DE LA LUZ SOLÍS ING. E. SAMARINO V. JEFE DE GERENCIA 17789 17044
N° DE IDENTIFICACION: L E C A J O 1 0 2 D B N T O B 0 1		COPIA CONTROLADA N°: FECHA: 12/04/02 HORA: 1 DE 1	
DISTRIBUCION: ARCHIVO GENERAL DE C.F.E.		DISTRIBUCION: ARCHIVO A LA D.F.A.	

CAPITULO III
ANALISIS
DE
CARGAS
ELECTRICAS

3.1 FUERZA CA

En el proceso de dimensionamiento de los transformadores de los servicios auxiliares de corriente alterna se han creado este estudio conforme al diagrama unifilar general de servicios auxiliares de CA.

Se elaboraron también cada una de las tablas de demanda, la parte principal de este estudio, donde se listan todas las cargas previstas con sus respectivas potencias nominales de acuerdo con los diagramas unifilares de Los Tableros de Servicios auxiliares CA:

-En la columna “Descripción de la Carga” se presenta una breve descripción de cada una de las cargas.

-En la columna “Potencia nominales (KVA)” tenemos todos los valores nominales de potencias de las cargas previstas.

-Se consideraron simultáneamente todas las cargas para tener el total de la carga y así poder hacer el dimensionamiento de los transformadores.

-En la columna “% utilizado de la carga” considerando el perfil de operación de cada carga se presenta un porcentaje indicativo del tiempo que la carga permanece conectada con relación a un determinado periodo de operación de la Central Hidroeléctrica. En esta etapa se consideran las cargas individualmente.

-En la última columna analizando cada carga por separado encontramos un valor corregido con los datos de la columna de potencias nominales y el porcentaje de la carga utilizado

-También para cada tabla se menciona el “factor de demanda”

-A seguir se presenta en el campo “Potencia nominal mínima aceptable del transformador” un valor buscado junto a los valores comerciales de potencias nominales de transformadores, que corresponde al inmediatamente superior al total de carga obtenido.

-Luego abajo, indicamos la “Potencia nominal de proyecto del transformador” que corresponde a la potencia del transformador que será suministrado.

-Finalmente, se presenta en el campo “Potencia disponible para reservas y/o futuros” el total en potencia disponible de cada transformador. Para una determinada posibilidad, parte de este valor será destinado a las reservas y el restante a las cargas futuras.

PRINCIPALES CONDICIONES DE OPERACIÓN

Se presentan aquí las principales consideraciones de este estudio sobre las condiciones de operación de la Central Hidroeléctrica:

-Potencia absorbida de aproximadamente el 70% de la potencia nominal en condiciones normales de servicios para los ventiladores VC1-001 y VC1-007 conforme las hojas de datos de los fabricantes. Estos ventiladores funcionan continuamente.

-En cada área, un máximo de dos máquinas de soldadura de 40A estarán conectados a los circuitos de enchufes de fuerza.

-Todas las grúas trasladan solamente cargas leves en condiciones normales de operación.

-En una consideración bastante conservadora, 20% de toda la carga de calefacción, iluminación y enchufes de los tableros permanecen conectados continuamente.

-La alimentación de la cortina se hace por Obra de Toma.

-Compresores de estabilización de funcionamiento de la turbina fuera en condiciones normales de operación.

-Un mínimo de 80% de toda la de iluminación de las áreas internas y externas también permanecen conectadas continuamente.

-Todos los motores principales de las centrales oleodinámicas de las compuertas de toma y vertedores accionados simultáneamente.

A continuación se muestra una tabla con cada una de las posibilidades de manejo de los transformadores con que cuentan los servicios auxiliares:

POSIBILIDADES DE MANEJO

No	POSIBILIDAD	TIPO DE OPERACIÓN	DESCRIPCION DE LA SITUACION
1	TNA OBJJ BUS01	NORMAL	TRANSFORMADOR TNA ALIMENTANDO BUS 01 DEL TABLERO 240-139 VCA EN SUBESTACION
2	TPA OBJJ BUS02	NORMAL	TRANSFORMADOR TPA ALIMENTANDO BUS 02 DEL TABLERO 240-139 VCA EN SUBESTACION
3	TSEN OBHJ BUS01	NORMAL	TRANSFORMADOR TSEN ALIMENTANDO BUS01 DEL TABLERO DE 480 VCA EN SUBESTACION
4	TSEP OBHJ BUS02	NORMAL	TRANSFORMADOR TSEN ALIMENTANDO BUS02 DEL TABLERO DE 480 VCA EN SUBESTACION
5	TSEN ó TSEP OBHJ BUSES 01Y 02	EMERGENCIA	TRANSFORMADORES TSEN ó TSEP ALIMENTANDO BUSES 01 Y 02 DEL TABLERO A 480 VCA (TODA LA CARGA EN SUBESTACION)
6	TCA OBJH BUS01	NORMAL	TRANSFORMADOR TCA ALIMENTANDO AL BUS 01 TABLERO DE 240-139 VCA EN VERTEDORES
7	TVA OBHJ BUS02	NORMAL	TRANSFORMADOR TVA ALIMENTANDO AL BUS 02 TABLERO DE 240 -139 VCA EN VERTEDORES
8	TCV1 ó TCV2 OBHH	NORMAL	TRANSFORMADOR TCV1 ó TCV2 ALIMENTANDO EL TABLERO A 480 VCA TODA LA CARGA EN VERTEDORES
9	TOTA OBJG	NORMAL	TRANSFORMADOR TOTA ALIMENTANDO AL TABLERO 240-139 VCA EN OBRA DE TOMA Y CORTINA
10	TOT1 ó TOT2 OBHG	NORMAL	TRANSFORMADOR TOT1 TOT2 ALIMENTANDO EL TABLERO A 480VCA TODA LA CARGA EN OBRA DE TOMA INCLUYENDO LA CORTINA
11	TPN ó TPP OBHG, OBHH, OBHJ	EMERGENCIA	TRANSFORMADOR TPN ó TPP ALIMENTANDO TODA LA CARGA EN OBRA DE TOMA, CORTINA, VERTEDOR Y SUBESTACION
12	TALN OBJA BUS01	NORMAL	TRANSFORMADOR TALN ALIMENTANDO BUS01 AL TABLERO DE 240-139 VCA EN LA CASA DE MAQUINAS
13	TALP OBJA BUS02	NORMAL	TRANSFORMADOR TALN ALIMENTANDO BUS 02 AL TABLERO DE 240-139 VCA EN LA CASA DE MAQUINAS

14	TALN ó TALP OBJA BUS 01Y02	EMERGENCIA	TRANSFORMADOR TALN O TALP ALIMENTANDO TODO EL TABLERO 240-139 VCA EN CASA DE MAQUINAS
15	TPN OBFE, 1BFE, OBJA1	NORMAL	TRANSFORMADOR TPN ALIMENTANDO TODA LA CARGA CONECTADA AL BUS NON EN CASA DE MAQUINAS
16	TPP OBFE2, 2BFE, OBJA 2	NORMAL	TRANSFORMADOR TPP ALIMENTANDO TODA LA CARGA CONECTADA AL BUS PAR EN CASA DE MAQUINAS
17	TPN ó TPP OBFE 1 Y2BFE OBJA	EMERGENCIA	TRANSFORMADOR TPN ó TPP ALIMENTANDO TODA LA CARGA EN CASA DE MAQUINAS
18	TSA1 ó TSA2 OBFE, 1 Y 2BFE, OBJA, OBHG, OBHH, OBHJ	EMERGENCIA	TRANSFORMADORE TSA1 ó TSA2 ALIMENTANDO TODA LA CARGA EN OBRA DE TOMA, CORTINA, VERTEDORES, SUBESTACIÓN Y CASA DE MAQUINAS

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN SUBESTACIÓN A 480 VCA BUS 02 (OBHJ)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
TRANSFORMADOR T2A-VENTILACIÓN FORZADA	9	50%	4.5
TRANSFORMADOR T2B-VENTILACIÓN FORZADA	9	50%	4.5
TRANSFORMADOR T2C-VENTILACIÓN FORZADA	9	50%	4.5
CARGADOR DE BATERIAS No 2 TELECOMUNICACIONES	2.5	50%	1.25
CARGADOR DE BATERIAS No 2 SUBESTACIÓN	49	50%	24.5
CARGADOR DE BATERIAS No 2 CASA DE MAQUINAS	49	50%	24.5
CIRCUITO DE ENCHUFES DE FUERZA	70	50%	35
ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TPA	29	90%	26.1
VENTILADOR SUBESTACIÓN SF6	40	80%	32
VENTILADOR SALA BATERIAS CASA DE MAQUINAS	1.5	80%	1.2
VENTILADOR SALA BATERIAS SUBESTACIÓN	1.5	80%	1.2
VENTILADOR SALA BATERIAS TELECOMUNICACIONES	1.5	80%	1.2
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 1	100	70%	70
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 2	100	70%	70
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 3	100	70%	70
TOTAL EN KVA			370.45

TRANSFORMADOR TSEP	370.45 KVA
Factor de demanda	0.45
Potencia nominal mínima aceptable del transformador	1000 KVA
Potencia nominal de proyecto del transformador	1000 KVA
Potencia disponible para reservas y/o futuros	629.55 KVA 63%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN SUBESTACIÓN A 480 VCA BUS 01 (OBHJ)	POTENCIA NOMINAL KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 3	100	70%	70
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 2	100	70%	70
VENTILADOR SALA DE BATEIRAS CASAS DE MAQUINAS	1.5	80%	1.2
VENTILADOR SALA DE BATEIRAS CASAS DE SUBESTACION	1.5	80%	1.2
VENTILADOR SALA DE BATEIRAS CASAS DE TELECOMUNICACIÓN	1.5	80%	1.2
VENTILADOR CASETA DE VENTILACIÓN No 1	100	70%	70
VENTILADOR SUBESTACIÓN 13.8 KV	3	80%	2.4
VENTILADOR SUBESTACIÓN SF6	40	80%	32
TRANSFORMADOR T1A VENTILACION FORZADA	9	50%	4.5
TRANSFORMADOR T1B VENTILACION FORZADA	9	50%	4.5
TRANSFORMADOR T1C VENTILACION FORZADA	9	50%	4.5
AIRE ACONDICIONADO SALA DE TABLEROS SF6	11.1	100%	11.1
AIRE ACONDICIONADO SALA DE TABLEROS 1er PISO	21.19	100%	21.19
AIRE ACONDICIONADO SALA DE TABLEROS 2do PISO	21.19	100%	21.19
CARGADOR DE BATERIAS No 1 TELECOMUNICACIONES	2.5	50%	1.25
CARGADOR DE BATERIAS No 1 SUBESTACIÓN	49	50%	24.5
CARGADOR DE BATERIAS No 1 CASA DE MAQUINAS	49	50%	24.5
CIRCUITOS DE ENCHUFES DE FUERZA	70	50%	35
ALIMENTACIÓN DE TRANSFORMADOR TNA 480/240-139V	63	90%	56.7
GRUA VIAJERA EDIFICIO SF6	26	20%	5.2
TOTAL EN KVA			462.13

TRANSFORMADOR TSEN 462.13 KVA
 Factor de demanda 0.49
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 1000 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 1000 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 537.87 KVA 54%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 5
 OPERACIÓN DE EMERGENCIA OBHJ BUSES 01 Y 02
 TRANSFORMADOR TSEN ó TSEP 832.60 KVA
 Factor de demanda 0.43
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 1000 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 1000 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 167.40 KVA 17%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES Y ALUMBRADO EN SUBESTACIÓN A 240-139VCA BUS 1 (OBJJ)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
SISTEMA INTERCOMUNICACIÓN	0.2	100%	0.2
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TABLEROS 250 VCD	3	20%	0.6
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES OCBA11 TNA TPA OBJJ	4	20%	0.8
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS 250V SUBESTACIÓN	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS 250V CASA DE MAQUINAS	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS 48V SUBESTACIÓN	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS 250V CASA DE MAQUINAS RESERVA	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN E ILUMINACIÓN SERVICIOS AUXILIARES TRANSFORMADOR T1A	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN E ILUMINACIÓN SERVICIOS AUXILIARES TRANSFORMADOR T1B	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN E ILUMINACIÓN SERVICIOS AUXILIARES TRANSFORMADOR T1C	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TSEN TSEP OBHJ	4	20%	0.8
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TABLEROS 48VCD	2	20%	0.4
ILUMINACIÓN PATIO DE TRANSFORMADORES Y CASETA DE VENTILACIÓN	19.5	80%	15.6
ILUMINACIÓN SUBESTACIÓN 400KV SF6 Y AREA EXTERNA	22.4	80%	17.92
CALEFACCIÓN E ILUMINACIÓN TABLERO GIS 400KV BAHIA 1	20	20%	4
ILUMINACIÓN EDEIFICIO DE CONTROL EL. 345.45	12	80%	9.6
ILUMINACIÓN EDEIFICIO DE CONTROL EL. 341.06	12	80%	9.6
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TABLEROS 13.8KV OBBA	10	20%	2
TOTAL EN KVA			63

POSIBILIDAD DE MANEJO No1

OPERACIÓN NORMAL OBJJ BUSS 01

TRANSFORMADOR TNA

Factor de demanda

63 KVA

0.34

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

75 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

112.5 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

49.50 KVA 44%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES Y ALUMBRADO EN SUBESTACIÓN A 240-139VCA BUS 2 (OBJJ)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
SISTEMA AUXILIAR TRANSFORMADOR RESERVA	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TPCI, TSVE, TCCT, TCCI, MCO	3	20%	0.6
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES OBTL1 A OBTL7 Y NO BREAKS	3	20%	0.6
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS A 250V SUBESTACIÓN OBTP21	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS A 250V CASA DE MAQUINAS OBTR21	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS A 48V SUBESTACIÓN OBTU21	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CARGADOR DE BATERIAS A 48V SUBESTACIÓN RESERVA	0.5	50%	0.25
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN SISTEMAS AUXILIARES TRANSFORMADOR T2A	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN SISTEMAS AUXILIARES TRANSFORMADOR T2B	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN SISTEMAS AUXILIARES TRANSFORMADOR T2C	0.32	50%	0.16
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES TPSE1, TPSE2, TPSE3, TRSE1, TRSE2, TRDDSE, TMSE	8	20%	1.6
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES OPLAT1, OPLAT2, TASE1	2.5	20%	0.5
ILUMINACIÓN PATIO DE TRANSFORMADORES, CASETA DE VENTILACIÓN	6.7	80%	5.36
ILUMINACIÓN DE SUBESTACION SF6 400KV AREA EXTERNA	6.4	80%	5.12
CALEFACCIÓN E ILUMINACIÓN TABLERO GIS 400KV BAHIA 2	20	20%	4
ILUMINACIÓN EDIFICIO DE CONTROL EL 345.45	6	80%	4.8
ILUMINACIÓN EDIFICIO DE CONTROL EL 341.06 Y EL 341.05	6	80%	4.8
TOTAL EN KVA			29.02

TRANSFORMADOR TNA

29.02 KVA

Factor de demanda

0.20

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

75 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

112.5 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

83.48 KVA 74%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN VERTEDOR A 480 VCA (OBHH)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TCA 480/240-139VCA	20	90%	18
ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TVA 480/240-139VCA	12	90%	10.8
CIRCUITOS DE ENCHUFES DE FUERZA	40	100%	40
COMPUETA VERTEDOR No 1 Y 2 CENTRAL HIDRÁULICA PRIMER ALIMENTADOR	50	90%	45
COMPUETA VERTEDOR No 3 Y 4 CENTRAL HIDRÁULICA PRIMER ALIMENTADOR	50	90%	45
COMPUETA VERTEDOR No 5 Y 6 CENTRAL HIDRÁULICA PRIMER ALIMENTADOR	50	90%	45
GRUA ESPECIAL 2X20/3.2T	210	20%	42
GENERADOR DIESEL DE EMERGENCIA - CALENTAMIENTO DE AGUA	3	100%	3
TOTAL EN KVA			248.8

POSIBILIDAD DE MANEJO No 8

OPERACIÓN NORMAL OBHH

TRANSFORMADOR TCV1 ó TCV2

248.8 KVA

Factor de demanda

0.32

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

300 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

300 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

51.20 KVA 17%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES Y ALUMBRADO EN VERTEDOR A 240-139 VCA BUS1 (OBJH)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ILUMINACIÓN VERTEDOR AREA EXTERNA	6	100%	6
ILUMINACIÓN SALA DE CONTROL Y DIESEL	8	100%	8
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CELDAS No 1	5	100%	5
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES GENERADOR AUXILIAR DIESEL DE EMERGENCIA	1	100%	1
TOTAL EN KVA			20

POSIBILIDAD DE MANEJO No 8
OPERACIÓN NORMAL OBJH BUS 01

TRANSFORMADOR TCA	20 KVA
Factor de demanda	0.77
Potencia nominal mínima aceptable del transformador	25 KVA
Potencia nominal de proyecto del transformador	75 KVA
Potencia disponible para reservas y/o futuros	55 KVA 73%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES Y ALUMBRADO EN VERTEDOR A 240-139 VCA BUS2 (OBJH)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ILUMINACIÓN VERTEDOR AREA EXTERNA	6	100%	6
ILUMINACIÓN SALA DE CONTROL Y DIESEL	0	100%	0
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CELDAS No 2	5	100%	5
CALEFACCIÓN ILUMINACIÓN Y ENCHUFES GENERADOR AUXILIAR DIESEL DE EMERGENCIA	1	100%	1
TOTAL EN KVA			12

TRANSFORMADOR TVA	12 KVA
Factor de demanda	0.46
Potencia nominal mínima aceptable del transformador	25 KVA
Potencia nominal de proyecto del transformador	75 KVA
Potencia disponible para reservas y/o futuros	63 KVA 84%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN OBRA DE TOMA Y CORTINA A 480 VCA (OBHG)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ALIMENTADOR TOTA 480/240-139 VCA	35.4	80%	28.32
GRUA ESPECIAL 2X63/3.2T	167	10%	16.7
CENTRAL HIDRÁULICA COMPUERTA No1 PRIMER ALIMENTADOR	126	80%	100.8
CIRCUITOS DE ENCHUFES DE FUERZA	70	50%	35
CENTRAL HIDRÁULICA COMPUERTA No2 PRIMER ALIMENTADOR	126	80%	100.8
TOTAL KVA			281.62

POSIBILIDAD DE MANEJO No 10

OPERACIÓN NORMAL OBHG

TRANSFORMADOR TOT1 ó TOT2

281.62 KVA

Factor de demanda

0.28

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

300 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

300 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

18.38 KVA 6%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES Y ALUMBRADO EN OBRA DE TOMA Y CORTINA A 240-139 VCA (OBJG)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ILUMINACIÓN DE SALA DE CONTROL Y UNIDADES OLEOCINAMICAS	8	90%	7.2
ILUMINACIÓN ÁREA EXTERNA	10	90%	9
CALEFACCIÓN, ILUMINACIÓN Y ENCHUFES CELDAS	6	50%	3
ILUMINACIÓN CORTINA	18	90%	16.2
TOTAL KVA			35.4

POSIBILIDAD DE MANEJO No 9

OPERACIÓN NORMAL OBJG

TRANSFORMADOR TOTA

35.4 KVA

Factor de demanda

0.74

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

45 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

75 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

39.6 KVA 53%

POSIBILIDAD DE MANEJO No11

OPERACIÓN DE EMERGENCIA OBHG/OBHH/OBHJ

TRANSFORMADOR TPP ó TPN

1363.02 KVA

Factor de demanda

0.38

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

2000 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

3000 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

1636.98 KVA 55%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN CASA DE MAQUINAS A 480 VCA BUS No1 (OBFE1)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD01	90	90%	81
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD03	90	90%	81
FILTRO AUTOMATICO AGUA ENFRIAMIENTO UNIDAD AUXILIAR F1-060	0.5	100%	0.5
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-003	12.5	80%	10
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-005	12.5	80%	10
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-007	12.5	80%	10
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD05	90	90%	81
BOMBA AGUA DE SERVICIO B1-001	30	100%	30
GRUA UNIDAD AUXILIAR	20	20%	4
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD07	90	90%	81
VENTILADOR CARCAMO DE BOMBEO VA1-001	3	80%	2.4
GRUAS VIAJERAS PRINCIPALES CASA DE MAQUINAS CAJA DE ALIMENTACIÓN DCGVP	440	20%	88
CIRCUITO ENCHUFES DE FUERZA F1	40	100%	40
COMPRESOR AIRE SERVICIO CAD01	50	100%	50
TOTAL KVA			568.9

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN CASA DE MAQUINAS A 480 VCA BUS No2 (OBFE2)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD08	90	0.9	81
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-004	12.5	0.8	10
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-006	12.5	0.8	10
VENTILADOR TUNEL DE ACCESO VAX-008	12.5	0.8	10
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD06	90	0.9	81
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD02	90	0.9	81
BOMBA DESAGÜE Y ACHIQUE BD04	90	0.9	81
COMPRESOR ÁIRE DE SERVICIO CAD02	50	1	50
GRÚA DESFOGUE	167	0.2	33.4
CIRCUITOS DE ENCHUFES DE FUERZA F2	40	1	40
TRANSFORMADOR DE SENAL GENERADOR AUXILIAR	0.6	1	0.6
VALVULA DE DRENOS DE CONDENSADOS SISTEMA DE ÁIRE COMPRIMIDO DE SERVICIO	0.1	1	0.1
TOTAL KVA			478.1

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDADES 1 Y 2 A 480 VCA BUS No1 (1BFE)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
REGULADOR UG1-CONTROL (GC Y OPCU)	1.5	1	1.5
TABLERO DE CONTROL DE COMPRESORES REGULADOR UG1	20	1	20
FILTRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO F1 101	0.5	1	0.5
BOMBA DE ACEITE DEL REGULADOR UG1	125	1	125
TABLERO DEL SISTEMA DE EXCITACIÓN UG1	4	1	4
SISTEMA DESARENADOR SA-101	0.1	1	0.1
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-103	0.5	1	0.5
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-102	0.5	1	0.5
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-101	0.5	1	0.5
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-101	1	1	1
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-102	1	1	1
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-103	1	1	1
BOMBA DE CIRCULACIÓN DE ACEITE REFRIGERADOR REGULADOR UG1	2.5	1	2.5
BOMBA FUGAS DE ACEITE UG1	1.5	1	1.5
BOMBA DE DESAGUADO DE LA TAPA SUPERIOR T1-AP1	7.5	1	7.5
BOMBA DE CIRCULACIÓN DE ACEITE PARA CHUMACERAS UG1	75	1	75
REGULADOR UG1 CONTROL (RC)	1	1	1
VENTILACIÓN LUMBRERAS DE BUSES VAX-102	25	0.8	20
VENTILACIÓN FOSO DE LAS TURBINAS VAX-101	1	0.8	0.8
EXTRACCIÓN DE CO2 DE FOSO DE GENERADOR VAX-100	4	0.8	3.2
FILTRO AGUA DE ENFRIAMIENTO KT1.1	0.1	1	0.1
TOTAL KVA			267.2

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE SERVICIOS PROPIOS DE UNIDADES 1 Y 2 A 480 VCA BUS No 2 (2BFE)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-203	0.5	1	0.5
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-202	0.5	1	0.5
EXTRACCIÓN VAHOS EXA-201	0.5	1	0.5
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-201	1	1	1
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-202	1	1	1
VALVULA MOTORIZADA SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VM-203	1	1	1
TABLERO DEL SISTEMA DE EXCITACIÓN UG2	4	1	4
SISTEMA DESARENADOR SA-201	0.1	1	0.1
REGULADOR UG2	1.5	1	1.5
TABLERO DE CONTROL COMPRESORES-REGULADOR UG2	20	1	20
FILTRO DE AGUA ENFRIAMIENTO F1-201	0.5	1	0.5
BOMBA DE ACEITE DEL REGULADOR UG2	125	1	125
VENTILACIÓN LUMBRERA DE BUSES VAX-202	25	0.8	20
VENTILACIÓN FOSO DE LAS LUMBRERAS VAX-201	1	0.8	0.8
EXTRACCIÓN DE CO2 FOSO DEL GENERADOR VAX-200	4	0.8	3.2
FILTRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO KT1.2	0.1	1	0.1
BOMBA FUGAS DE ACEITE UG2-AP2	1.5	1	1.5
BOMBA DESAGUADO DE LA TAPA SUPERIOR T2-AP1	7.5	1	7.5
BOMBA DE CIRCULACIÓN DE ACEITE DE CHUMACERAS G2-BM1.2	75	1	75
REGULADOR UG2 CONTROL	1	1	1
BOMBA CIRCULACIÓN ACEITE REFRIGERADOR REGULADOR UG2	2.5	1	2.5
TOTAL KVA			267.2

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE ALUMBRADO Y SEVICIOS GENERALES EN CASA DE MAQUINAS A 240-139 VCA BUS 1 (OBJA1)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 0CXA, 1CJA, 1CHA Y1CFA	3	0.2	0.6
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 1BAB11	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBUA	1.5	0.2	0.3
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OTCBD	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TV1BR	0.5	0.2	0.1
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES GC, RC Y OPCU RV-U1	6	0.2	1.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TSA1, TPN, TPP, OBTF11A, OBTF12A, 1BAB30	4.4	0.2	0.88
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBFE	3.5	0.2	0.7
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBFF	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TRV1, TAE1Y 1RU1	1.5	0.2	0.3
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TFG1, YTEFG1	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TLA1	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 1CJN1-6	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 1CJN7-10	1	0.2	0.2
CALEFACCIÓN CA001, CA002, CA004 Y CA005	0.5	0.2	0.1
ALUMBRADO Y ENCHUFES GALERIA DE OSCILACIÓN EL. 243.00 OBAN6	8.5	0.9	7.65
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO EXITADORES EL. 224.60 OBAN1	16	0.9	14.4
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO GENERADOR EL. 220.40 OBAN2	13	0.9	11.7
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO Y FOSO TURBINAS EL. 226.00 OBAN3	8.5	0.9	7.65
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO DE UNIDAD AUXILIAR EL. 212.00 OBAN4	6.5	0.9	5.85
ALUMBRADO Y ENCHUFES GALERIA DE INSPECCIÓN EL. 250.50 Y 208.76 OBAN5	7	0.9	6.3
TOTAL KVA			59.13

POSIBILIDAD DE MANEJO No 12
OPERACIÓN NORMAL OBJA BUS 01
TRANSFORMADOR TALN

Factor de demanda

59.13 KVA

0.38

Potencia nominal mínima aceptable del transformador

112.5 KVA

Potencia nominal de proyecto del transformador

500 KVA

Potencia disponible para reservas y/o futuros

440.87 KVA 88%

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA			
TABLERO DE ALUMBRADO Y SEVICIOS GENERALES EN CASA DE MAQUINAS A 240-139 VCA BUS 2 (OBJA2)	POTENCIA NOMINAL EN KVA	% UTILIZADO DE LA CARGA	VALOR CORREGIDO EN KVA
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 1BFE, 2BFE Y ORSE1	3.5	0.2	0.7
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TRV2, TAE2, 2RU1	1.5	0.2	0.3
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TFG2, TEFG2	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TLA2	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 2CJN1-6	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 2CJN7-10	1	0.2	0.2
CALEFACCIÓN F1-101, F102, F1-201 YF1-202	0.5	0.2	0.1
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OCJA01, OCJA02, OCJA03 OBFJ	5	0.2	1
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 2CFA, 2CHA, 2CJA Y OCYE15	3	0.2	0.6
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES 2BAB11	1	0.2	0.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TV1BR	0.5	0.2	0.1
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES GC, RC Y OPCU RV-U2	6	0.2	1.2
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES TSA2 Y 2BAB30	1.6	0.2	0.32
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO Y FOSO TURBINA EL. 216.00 OBAP3	4.5	0.9	4.05
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO Y FOSO TURBINA EL. 212.00 OBAP4	3.5	0.9	3.15
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO Y FOSO TURBINA EL. 205.50 Y 208.76 OBAP5	4	0.9	3.6
CALEFACCIÓN DE PARADA GENERADOR AUXILIAR	0.6	1	0.6
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBAB	1	0.2	0.2
ALUMBRADO Y ENCHUFES GALERIA DE OSCILACIÓN EL. 243.00 OBAP6	4.5	0.9	4.05
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO EXITADORES EL. 224.60 OBAP1	8	0.9	7.2
ALUMBRADO Y ENCHUFES PISO GENERADOR EL. 220.40 OBAP2	7	0.9	6.3
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBJA, TALN, TALP	3	0.2	0.6
ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y ENCHUFES OBFJ Y OBFH	2.1	0.2	0.42
TOTAL KVA			35.49

POSIBILIDAD DE MANEJO No 13
OPERACIÓN NORMAL OBJA BUS 02
TRANSFORMADOR TALP

Factor de demanda	35.49 KVA
Potencia nominal mínima aceptable del transformador	0.27
Potencia nominal de proyecto del transformador	112.5 KVA
Potencia disponible para reservas y/o futuros	500 KVA
	464.51 KVA 93%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 14
 OPERACIÓN DE EMERGENCIA OBJA BUS 01 Y 02
 TRANSFORMADOR TALN ó TALP 94.62 KVA
 Factor de demanda 0.33
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 112.5 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 500 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 405.38 KVA 81%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 15
 OPERACIÓN NORMAL OBFE1/OBJA1/1BFE
 TRANSFORMADOR TPN 895.23 KVA
 Factor de Demanda 0.36
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 2000 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 3000 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 2104.77 KVA 70%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 16
 OPERACIÓN NORMAL OBFE2/OBJA1/1Y2BFE
 TRANSFORMADOR TPP 780.79 KVA
 Factor de Demanda 0.40
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 2000 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 3000 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 2219.21 KVA 74%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 17
 OPERACIÓN DE EMERGENCIA OBFE/OBJA/1Y2BFE
 TRANSFORMADOR TPN ó TPP 1676.02 KVA
 Factor de Demanda 0.38
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 2000 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 3000 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 1323.98 KVA 44%

POSIBILIDAD DE MANEJO No 18
 OPERACIÓN DE EMERGENCIA
 OBHG/OBHH/OBFE/BFE/OBJA
 TRANSFORMADOR TSA1 ó TSA2 3039.04 KVA
 Factor de Demanda 0.38
 Potencia nominal mínima aceptable del transformador 3500 KVA
 Potencia nominal de proyecto del transformador 3500 KVA
 Potencia disponible para reservas y/o futuros 460.96 KVA 13%

CONCLUSIONES

La experiencia de diversas empresas demuestra que se han producido fallas en centrales y Subestaciones, debido a un inadecuado diseño de los Sistemas de Servicios Auxiliares y a la falla de alguno de sus componentes, con graves consecuencias tanto para el servicio como para los equipos y elevados costos de producción de energía y reposición de equipos.

No sirven de nada protecciones de distancia o protecciones diferenciales con microprocesadores y sus correspondientes protecciones de respaldo, que deben actuar sobre interruptores de la más avanzada tecnología, si en el momento decisivo las bobinas de disparo de éstos no cuentan con la alimentación requerida.

El proyecto de los servicios Auxiliares debe ser encomendado a profesionales de amplia experiencia, que garanticen que los servicios Auxiliares tengan a lo menos la misma confiabilidad que se exige a la Central o Subestación que ellos sirven.

La tendencia actual a la operación no atendida de las instalaciones (automatismo) requiere una confiabilidad aún mayor de los servicios Auxiliares, ya que no se seguirá contando con personal de operación que pueda detectar eventuales fallas y tomar medidas para subsanar los problemas. El personal de operación no requiere de los Servicios Auxiliares para que su vista, oído y olfato funcionen, los dispositivos de detección, alarma operación y protección si los necesitan.

Los servicios auxiliares de una central generadora es sin duda alguna, de todas las partes que la componen la más importante, porque como se ha estudiado es de donde se obtiene la alimentación eléctrica para cada una de las cargas, ya sea en el modo normal de operación ó como se observo también en los servicios auxiliares se manejan las fuentes de alimentación de emergencia que como su nombre lo dice entran en funcionamiento en el caso de que una fuente de alimentación quede fuera por cualquier disturbio que no este previsto por consiguiente podemos concluir que el calculo y estudio de cada elemento con que cuentan los servicios auxiliares incluidos en el diagrama unificar de corriente alterna deben ser la parte primordial de cualquier planta generadora de energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

Para el diseño de una central hidroeléctrica eléctrica se deben tomar en cuenta todos los factores técnicos existentes, para así poder realizar un buen análisis técnico-económico que conlleve a que nuestro proyecto tenga a futuro el menor número de problemas, derramas económicas innecesarias y además que cumpla con el objetivo principal de una Central Eléctrica, que es entregar energía de calidad al usuario.

En lo que respecta a lo que son las recomendaciones podemos mencionar en el caso de los transformadores que alimentan cada una de las cargas que al momento de hacer el calculo para cada uno de estos, algunos transformadores quedan muy sobrados, esto es específicamente porque al momento de hacer la planeación de las potencias que a futuro se pueden incrementar no se cuenta con el calculo exacto de las cargas que cada transformador va a alimentar por lo que se puede optar por tener un estudio estadístico con respecto a la experiencia con que cuenta CFE de todas sus centrales para hacer el calculo mas exacto y así se pueda disminuir el gasto económico y obtener menos perdidas.

Los factores más importantes que se deben considerar en el diseño de los servicios auxiliares para una central de generación eléctrica tenemos:

- a) Seguridad
- b) Confiabilidad
- c) Flexibilidad
- d) Economía
- e) Planeación
- f) Estética

Los proyectos deben cumplir con la normatividad nacional e internacional como garantía de seguridad y calidad de los equipos a instalar, la experiencia aportada a un diseño debe ser bien recibida por muy simple que ésta sea, ya que minimiza los problemas en un sistema eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

-REDES ELÉCTRICAS (PRIMERA PARTE)

AUTOR: JACINTO VIQUEIRA LANDA

EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.

-LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA

AUTOR: GILBERTO ENRIQUEZ HARPER

EDITORIAL: LIMUSA

TOMO. VOLUMEN 1

-LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA

AUTOR: GILBERTO ENRIQUEZ HARPER

EDITORIAL: LIMUSA

TOMO. VOLUMEN 2

ELEMENTOS DE DISEÑOS DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

AUTOR. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER

EDITORIAL: LIMUSA

SEGUNDA EDICIÓN

-COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

ESPECIFICACIÓN CFE LOOOO-06

-DISEÑO DE SUBESTACIONES

PAULL MARTIN

-IEEE STÁNDAR REQUIREMENTS, TERMINOLOGY, AND TEST CODE FOR DRY-TYPE AIR-CODE SERIES-CONNECTED REACTORES

Paginas WEB:

<http://www.cfemex.com/cfemex>

<http://global.ihs.com/?RID=Z56A&MID=W084&MID=Z56&gcid=S14922X009-GLOBAL+TEST&KEYWORD=global.ihs>

<http://www.lapem.cfemex.com/Intranet%5Fsubtec/Normalizacion/maestra.asp?pag=initial.htm>