

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES EN SUBESTACIONES DE POTENCIA. CASO SUBESTACION TIPO NODAL 230T DE CADAFE.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Iglesias R. Leonor A.
para optar al título de
Ingeniero Electricista.

Caracas ,2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES EN SUBESTACIONES DE POTENCIA. CASO SUBESTACION TIPO NODAL 230T DE CADAFE.

Prof. Guía: Ing. Noel Díaz
Tutor Industrial: Ing. Blas Arévalo

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br Iglesias R. Leonor A.
para optar al título de
Ingeniero Electricista.

Caracas, 2010

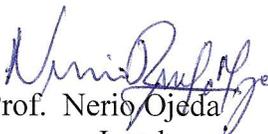
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

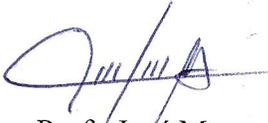
Caracas, 20 de junio de 2010

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Leonor A. Iglesias B., titulado:

**“ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES EN
SUBESTACIONES DE POTENCIA. CASO SUBESTACIÓN TIPO
NODAL230T DE CADAFE.”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Nerio Ojeda
Jurado


Prof. José Mora
Jurado


Prof. Noel Díaz
Prof. Guía

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas que les ha tocado atravesar un camino de espinas, que han sido maltratadas espiritual y físicamente , que han sido abusadas, que sienten que el sol dejó de salir y que la tristeza se apoderó de sus vidas, que piensan en dejar de batallar, que sienten que su mundo se derrumba, y que han sufrido la pérdida de un ser amado.

A todas ellas les digo que si se puede, que un día ese camino pasa a ser liso, el maltrato queda en un recuerdo borroso, las cicatrices del abuso se cierran poco a poco, el sol vuelve a brillar, la tristeza sucumbe ante la felicidad, el mundo vuelve a tener sentido y que ese ser amado nunca deja de estar a tu lado y en tus recuerdos.

A ti Panchita que nunca dejaste de estar a mi lado y en mis recuerdos, y que por medio de tus enseñanzas me hiciste ver el otro lado de la vida, y que me ayudó cuando estuve en medio de estas adversidades y gracias a eso le puedo decir a estas personas que si se puede!!!!!!

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Primero le doy las gracias a Dios y la Virgen por otorgarme el regalo tan preciado de la vida y por iluminarme mi camino ayudándome a seguir hacia adelante.

A mis Padres Veturia y Raúl que con su amor infinito, nunca dudaron de mí que me han apoyado en mis decisiones, me formaron, orientaron y soportaron jajaja porque no he sido una hija fácil de llevar y que a lo largo de estos años de carrera se convirtieron en unos estudiantes más. Y bueno no puedo dejar de decir que los AMO.

A mi hermano Carlitos que me brindó su amor, amistad, apoyo y que ha sido un aliado clave para mi vida.

A mis abuelos Raúl que desde el cielo me ha cuidado, mi abuela Eukaris que siempre ha estado pendiente de mí. A mi tío Rafael “tú eres mi abuelo” y siempre me has apoyado. A todos ustedes los adoro.

A mi abuela Panchita, que soñaba con este momento y que lamentablemente no se lo pude regalar en vida, pero desde el cielo se que lo disfrutará mucho. Gracias por darme todas las herramientas que me convirtieron en la mujer que soy.

A mi tía Ana, mi otra abuelita, que siempre me ha apoyado y me ha brindado su protección y amor. Gracias por dejarme ser tu venadita.

A mis tíos Juan, Roberto, Rafaelito, Jose, Pedro, por todo su apoyo y consideraciones.

A mis tías: Francia, Atais, Nena, Maite y Aurkene, que nunca me abandonaron y siempre he podido contar con ustedes.

A las tías Carmita y Carmen Julia que nunca han dejado de estar pendientes y siempre han hecho todo por apoyarme.

A todos mis primos, especialmente a Aintzane y Pedro José, que han sido muy especiales para mí y a ti especialmente Jhoita que fuiste mi amiga y mi hermana y que lamento que no estés en la tierra para seguir compartiendo, pero sé que desde el cielo me has enviado una cantidad enorme de energías positivas. Te extraño.

A mi MTA, por creer en mí en todo momento, por brindarme tu amor, comprensión, apoyo, por ver más allá en el momento que estaba hecha cenizas, por estar en mi lado cuando más lo necesité. Te adoro.

A mis profesores Leonardo Flanking, Carlos Utrera, Iris, Aldo, porque además de su formación básica fueron mis amigos y mi empuje en todo momento los quiero un millón. Y Carlos a ti especialmente te debo la carrera que escogí jaja.

A todos mis profesores universitarios y especialmente a Rebeca, Saba, Julio Molina, Abilio, Nerio Ojeda y a la Profesora Tamara.

A Alessandro Villa de verdad, mil gracias por creer en mí y no dejarme caer y por darme la oportunidad de explorar el mundo de la ingeniería eléctrica. Gracias a usted todo esto ha sido posible.

A mi tutor académico Noel Díaz, graciasssss sin usted este trabajo no se hubiese podido lograr. Milllllll graciasssss.

A Ligia Medrano mil gracias de verdad que tu eres un ángel.

A mi tutor Industrial Blas Arévalo y a la empresa Deproex gracias por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.

Al Ing. Arian Ceccato, , gracias por todo el apoyo técnico.

A mis Amigas “hermanas” Veronica y Marianis, Graciasssssssssss de verdad que las adoro, han sido las mejores.

A mis grandes amigas Jolly, Gillian, Adriana Yashira, las quiero muchoooooo y mil gracias han hecho mi vida más bonita, no sé cómo serian las cosas sin ustedes.

A mis amigos de la escuela que compartimos las buenas, malas, verdes y maduras: Marco, Berioska, Ángel, Lino, Carrion, Dorimar, Leonardo Yépez, Polanco, los quiero.

A mi pana Carlos Zapata, por hacerme reír y apoyarme cuando más lo necesitaba y por regañarme cuando fue necesario. Gracias.

A Jhon Villegas y Robert Marín mis altos panas, amigos de verdad, sin ustedes no sé cómo lo hubiese hecho, estuvieron conmigo hasta el último momento. Gracias.

A Julian Mendoza y Tere que me han apoyado espiritualmente, gracias por todas sus oraciones.

A la señora Ana, gracias.

A Valentina por ser un ser tan especial en mi vida y ser un ejemplo de lucha te quiero mi mañana.

A Franchesca por aparecer en nuestras vidas en el momento adecuado.

A Yajaira Guillen, gracias por toda tu ayuda y comprensión.

A Rafael Quintada, por todo su apoyo técnico.

A Pito por ser un buen amigo.

A las “Chongas” Danna y Rosaura. Gracias por todo su apoyo y regaños.

A mis súper amigos de Altagracia Karla, Camilo, Carlos Ron, Agustín, Jackson.

A los que deje de Nombrar y que no son menos importantes.

Y finalmente a los que no creyeron en mí y esperaban mi caída, porque de una manera irónica me dieron fuerzas para continuar.

Iglesias R. Leonor A.

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES EN
SUBESTACIONES DE POTENCIA. CASO SUBESTACION TIPO
NODAL 230T DE CADAFE.**

Profesor Guía: Ing. Noel Díaz. Tutor Industrial: Ing. Blas Arévalo. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: Deproex, C.A, 100h.+ Anexos.

Palabras Claves: Subestación, Sistemas de Servicios Auxiliares, CADAFE, Norma Nodal 230T de CADAFE.

Resumen: En el presente trabajo se propone el estudio de los Sistemas de Servicios Auxiliares en subestaciones de Potencia. En este estudio se revisó la normativa, procedimientos y estándares que definen los criterios para el diseño de los Servicios Auxiliares en subestaciones de potencia Tipo Nodal 230T de CADAFE y se plantearon las recomendaciones pertinentes para el diseño óptimo y confiable de los Servicios Auxiliares conforme con las nuevas tecnologías. Se elaboró una estructura de procedimientos acorde con las recomendaciones, que permitió optimizar el cálculo y la selección de equipos para el diseño de Servicios Auxiliares. Los pasos que se siguieron para lograr este incluyeron la investigación documental de subestaciones, normas, requerimientos y levantamiento de campo que permitieron llegar a un análisis completo del Sistema de Servicios Auxiliares establecidos por la Norma y hacer hincapié en los puntos donde se encontraron las carencias debido a la obsolescencia de la misma. Luego se plantearon las recomendaciones tomando en consideración la revisión, obteniéndose como resultado un nuevo esquema para la alimentación y distribución de los Sistemas de Servicios Auxiliares considerando la realidad actual. Finalmente se llegó a una estructura de procedimientos para el diseño de los Sistemas de Servicios Auxiliares con la ayuda de programas elaborados en el software Excel durante este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	ix
ÍNDICE GENERAL	x
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
SIGLAS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Objetivo General.....	4
1.3. Objetivos Específicos	4
1.4. Metodología.....	4
1.4.1. Fase 1. Investigación Documental de las Subestaciones	4
1.4.2. Fase 2: Investigación Documental de Normas y Requerimientos	5
1.4.3. Fase 3: Estudio de los Sistemas de Servicios Auxiliares.....	5
1.4.4. Fase 4: Elaboración de ejemplo particular.....	5
1.4.5. Fase 5: Redacción del informe final	6
CAPÍTULO II	7

2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Subestación Eléctrica.....	7
2.2. Sistemas de Servicios Auxiliares.....	8
2.3. Tipos de Sistemas de Servicios Auxiliares	8
2.4. Niveles de tensión Normalizados	9
2.5. Fuentes de Alimentación de los Servicios Auxiliares.....	9
2.6. Criterios para el diseño de servicios auxiliares.....	10
2.6.1. Flexibilidad.....	10
2.6.2. Confiabilidad.....	11
2.6.3. Seguridad.....	11
2.7. Evaluación de cargas en Corriente Alterna.....	12
2.8. Evaluación de cargas en Corriente Continua.....	12
2.9. Factores de demanda y simultaneidad	13
2.10. Determinación de las características de un Banco de baterías.....	14
2.11. Método de cálculo de la capacidad del banco de baterías de Plomo – Ácido.....	16
2.12. Pasos a seguir para determinar el tamaño (capacidad) de la batería.....	16
2.13. Cálculo de los Cargadores de Baterías	23
2.14. Criterios para la selección de los conductores para los Servicios Auxiliares	26
2.14.1. Cálculo por capacidad térmica	26
2.14.2. Cálculo por caída de Tensión	33
2.14.3. Cálculo por Cortocircuito	37
2.15. Sistema de Control Numérico.....	39
2.15.1. Sistema de control centralizado.....	40
2.15.2. Sistema de control distribuido	40
2.16. Sistema de Protección.....	40

CAPÍTULO III	42
3. NORMATIVA, PROCEDIMIENTOS Y ESTANDARES PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIÓN NODAL 230T DE CADAFE 42	
3.1. Sistemas de Servicios Auxiliares según Norma 230 T CADAFE	43
3.2. Revisión de los Sistemas de Servicios Auxiliares de la Norma 230T de CADAFE	56
CAPÍTULO IV	60
4. RECOMENDACIONES PARA REALIZAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES. SUBESTACIÓN TIPO NODAL 230T CADAFE	60
4.1. Fuentes de alimentación.....	61
4.1.1. Alternativa N° 1	61
4.1.2. Alternativa N° 2	63
4.1.3. Alternativa N° 3	64
4.1.4. Alternativa N° 4	65
4.2. Barras del Sistema de Servicios Auxiliares	67
4.2.1. Barra a 480 V.....	68
4.2.1.1. Alternativa 1	68
4.2.1.2. Alternativa 2	68
4.2.2. Barra a 208V.....	71
4.2.2.1. Alternativa 1	72
4.2.2.2. Alternativa 2	72
4.3. Barra en Corriente Continua	75
4.4. Centro de Emergencia (Generador Diesel).....	80
4.5. Bote de Carga	81
4.6. Protecciones del Sistema de los Servicios Auxiliares	82
4.7. Conductores	83

4.8. Otras Recomendaciones.....	83
CAPÍTULO V.....	85
5. PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIONES.....	85
5.1. Procedimientos para el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares.....	86
5.1.1. Alcance de la Subestación.....	86
5.1.2. Características de Consumo de equipos y sistemas de la subestación.....	86
5.1.3. Estimación de cargas de las edificaciones.....	87
5.1.4. Estimación de cargas de los tableros en patio, Casa de Mando y Casas de Adquisición de Datos.....	88
5.1.5. Identificación de cargas.....	88
5.1.6. Dimensionamiento del Banco de Baterías.....	88
5.1.7. Cálculo de Rectificadores.....	89
5.1.8. Dimensionamiento de la Barra a 208 Vca.....	89
5.1.9. Dimensionamiento de los Tableros TFE y TFENE a 480 Vca.....	90
5.1.10. Dimensionamiento del Centro de Distribución de Uso Normal a 480V.....	90
5.1.11. Dimensionamiento del Centro de Emergencia.....	91
5.1.12. Cálculo de los alimentadores e Interruptores del Sistema de Servicios Auxiliares.....	91
5.1.13. Elaboración de los Diagramas Unifilares del Sistema de Servicios Auxiliares.....	92
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
BIBLIOGRAFÍAS.....	98
ANEXOS.....	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de tensión para servicios auxiliares normalizados por CADAFE.....	9
Tabla 2 Factores de utilización y simultaneidad.....	13
Tabla 3 Factor de corrección según norma CADAFE 160-88.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama del Ciclo de Trabajo.....	15
Figura 2 Curva hipotética de capacidad.....	21
Figura 3 Alimentación a través de los terciarios de los autotransformadores.....	62
Figura 4 Alimentación a través del terciario de un autotransformador y la barra de media tensión.....	63
Figura 5 Alimentación a través de las barras de media tensión.....	64
Figura 6 Alimentación a través de 4 fuentes de alimentación.....	66
Figura 7 Centro de Distribución de Uso Normal 480 Vca.....	69
Figura 8 Barra 208 Vca.....	74
Figura 9 Esquema de alimentación del sistema de servicios auxiliares en corriente continua. Sistema Doble Barra.....	78
Figura 10 Banco de Baterías Alimentación de Servicios Auxiliares en Corriente Continua a 48 Vcc.....	79
Figura 11 Esquema de Alimentación del Sistema de Servicios Auxiliares. Barra de Emergencia.....	81

SIGLAS

ANSI: American National Standard Institute.

CADAFE: Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico.

EDELCA: Electrificación del Caroni.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineer.

IEC: International Electrotechnical Commission.

PLC: Controlador Lógico Programable.

SSACA: Sistemas de Servicios Auxiliares en Corriente Alterna.

SSACC: Sistemas de Servicios Auxiliares en Corriente Continua.

TFE: Tablero de Fuerza Esencial.

TFENE: Tablero de Fuerza no Esencial.

INTRODUCCION

La mayoría de las Normativas por la que se rigen las empresas de Servicio Eléctrico Venezolano no se encuentran debidamente actualizada por lo que no se aplica, en algunos casos, la ingeniería acorde a las nuevas tecnologías que se utilizan en las Subestaciones.

Uno de los tópicos que se ve afectado por el mencionado inconveniente y que; además, no se le ha prestado importancia, han sido los sistemas de Servicios Auxiliares de las Subestaciones de potencia; desencadenando en un sub dimensionamiento en el diseño de estos sistemas y en la ocurrencia de fallas en las Subestaciones. Todo esto afecta la continuidad del servicio eléctrico y la pérdida de grandes flujos de potencia en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

Por esta razón, y sumado a la importancia que tienen los Sistemas de Servicios Auxiliares para la operación, control y supervisión de las Subestaciones, es necesario realizar un estudio para revisar la Normativa en lo concerniente a los Sistemas de Servicios Auxiliares, con el propósito de evaluar los puntos críticos y hacer las recomendaciones que permitan elaborar un diseño óptimo y acorde con las nuevas tecnologías.

En este trabajo se desarrollará el estudio de los Servicios Auxiliares para una subestación Nodal 230T de CADAFE. Se eligió este caso particular por ser una de las subestaciones que utiliza una normativa para su diseño que no se actualiza desde el año 1979 y por ser una de las más utilizadas para transformar y transmitir grandes flujos de potencia dentro del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional .

Este estudio presenta cinco capítulos, que serán abordados de la siguiente manera:

- Capítulo I: se justifica la realización de este trabajo y se indica los objetivos planteados del mismo. Además, se señala la metodología empleada para su desarrollo.
- Capítulo II: brinda sustento teórico a los temas abordados a lo largo del trabajo.
- Capítulo III: resalta la importancia de los Sistemas de Servicios Auxiliares para una subestación, expone cada una de los puntos de la norma 230T de CADAFE inherentes a los mismos y concluye con el análisis respectivo.
- Capítulo IV: se plantean las recomendaciones para el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares acorde a la realidad actual.
- Capítulo V: proporciona los procedimientos necesarios según las recomendaciones, para optimizar el cálculo y selección de equipos con la finalidad de mejorar el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Para realizar la ingeniería de detalle de los servicios auxiliares es necesario, actualmente, revisar y tomar en cuenta una gran diversidad de especificaciones, criterios de diseño, normas nacionales e internacionales, requerimientos generales y particulares de los clientes. Pero gran parte de la normativa nacional no se encuentra actualizada y no se corresponde con las nuevas tecnologías, con el equipamiento real de las subestaciones, ni están de acuerdo con los mejores criterios de confiabilidad y de operación en estos tipos de instalaciones. Es necesario resaltar la importancia de los servicios auxiliares para la operación, supervisión y control adecuado de las subestaciones de potencia, porque como consecuencia de restarles el valor de su verdadero alcance se incurre en errores, implicando las fallas que se presentan en las subestaciones. Y es que existe una relación directa e innegable entre restarle importancia a los servicios auxiliares y el mal diseño o sub-dimensionamiento de los sistemas y sus equipos lo que se traduce, invariablemente, en detrimento de la calidad del servicio eléctrico nacional.

Luce conveniente, por lo antes expuesto, realizar un estudio a la normativa, esquemas básicos y procedimientos vigentes para desarrollar la ingeniería adecuada que mejore el funcionamiento de las actuales subestaciones y se adapte a las nuevas tecnologías. Los resultados de este estudio le permitirán a la Unidad de Coordinación de Proyectos de la empresa agilizar el diseño de los sistemas de servicios auxiliares de las subestaciones eléctricas de potencia, garantizando el cumplimiento de los estándares de las normas nacionales y su adaptación a la nueva realidad.

1.2. Objetivo General

Estudio de los Sistemas de Servicios Auxiliares en Subestaciones de Potencia. Caso Subestación Tipo NODAL 230T de CADAFFE.

1.3. Objetivos Específicos

- a) Revisar la normativa, procedimientos y estándares que definen los criterios para el diseño de los Servicios Auxiliares en subestaciones de potencia. Caso Subestación Nodal 230T de CADAFFE.
- b) Plantear las recomendaciones pertinentes para el diseño óptimo y confiable de los Servicios Auxiliares acorde con las nuevas tecnologías.
- c) Elaborar una estructura de procedimientos acorde con las recomendaciones, que permita optimizar el cálculo y la selección de equipos para el diseño de Servicios Auxiliares.

1.4. Metodología

1.4.1. Fase 1. Investigación Documental de las Subestaciones

Con la finalidad de conocer las subestaciones normalizadas de CADAFFE, se recopilaron algunos Diagramas Unifilares Generales y arreglos de la Subestación Tipo Nodal 230T de CADAFFE y de las principales subestaciones: Diagrama Unifilar General, Disposición General de equipos, Tableros y equipos en Casa de Mando, edificaciones, iluminación y demás cargas que requieran alimentación eléctrica.

1.4.2. Fase 2: Investigación Documental de Normas y Requerimientos

Se recopiló y discriminó la información sobre equipos, nuevas tecnologías, criterios de diseños, normas nacionales (especialmente la Nodal 230T de CADAFE), normas internacionales y métodos necesarios para el cálculo y diseño de los Servicios Auxiliares de las Subestaciones Eléctricas de Potencia de acuerdo con los proyectos que elabora la empresa. Para la obtención de esta información, la empresa proporcionó informes de estudios y cálculos realizados en proyectos previos. Así mismo, se realizaron visitas de campo a subestaciones típicas de CADAFE para el levantamiento de información y revisión de esquemas existentes de uso frecuente.

1.4.3. Fase 3: Estudio de los Sistemas de Servicios Auxiliares

A partir de los parámetros definidos y la información recopilada durante las fases de investigación documental y según los criterios establecidos, se realizó el estudio de los Servicios Auxiliares normalizados para la subestación 230T de CADAFE, que permitió evaluar las deficiencias encontradas y plantear las recomendaciones pertinentes para el diseño óptimo y confiable de los servicios auxiliares. Se desarrollaron cálculos (Hojas de Cálculos MS-Excel), modelos de tablas; que agilizaron la búsqueda, identificación y obtención de datos para el diseño y cálculos de forma rápida, automática y confiable.

1.4.4. Fase 4: Elaboración de ejemplo particular

Se realizó un ejemplo y aplicaciones específicas de una subestación tipo Nodal 230T de CADAFE, para lo cual se presentó un informe modelo en donde se mostraron resultados, conclusiones y recomendaciones.

1.4.5. Fase 5: Redacción del informe final

En esta fase se elaboró toda la documentación producto de las actividades realizadas para el Estudio de los Servicios Auxiliares de Subestaciones de Potencia, caso Subestación Tipo NODAL 230T de CADAFE.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Con el fin de brindar un contexto teórico que sirva como referencia del trabajo desarrollado en los capítulos posteriores, se presentan a continuación algunas definiciones teóricas.

2.1. Subestación Eléctrica

Es la exteriorización física de un nodo del sistema eléctrico de potencia, en el cual la energía se transforma a niveles adecuados de tensión para su transmisión, distribución y consumo con determinados requisitos de calidad. Está conformada por un conjunto de equipos utilizados para controlar, supervisar y medir el flujo de energía y garantizar la seguridad del sistema por medio de dispositivos automáticos de protección [1].

Una subestación puede estar asociada con una central generadora, controlando directamente el flujo de potencia al sistema, con transformadores de potencia convirtiendo la tensión de suministro a niveles más altos o más bajos, o puede conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión. Algunas veces una subestación desempeña dos o más de estas funciones.

Básicamente una subestación consiste en un número de circuitos de entrada y salida, conectados a un punto común, barra de la subestación. La misma está constituida principalmente por equipos de alta tensión los cuales son: transformadores de potencia, interruptor principal, transformadores de medición, seccionadores y descargadores (pararrayos), y por un sistema secundario como lo son: sistemas de servicios auxiliares, control, protección y comunicaciones [1].

2.2. Sistemas de Servicios Auxiliares

Se entiende por Sistemas de Servicios Auxiliares al conjunto de instalaciones formadas por las fuentes de alimentación de corriente alterna y de corriente continua, de baja tensión, que se utilizan para energizar los sistemas de control, protección, señalización, alarmas, telecomunicaciones (telemando y teleprotección), alumbrado circuitos de fuerza de una subestación, así como el sistema de detección y extinción de incendios [1].

El Sistema de Servicios Auxiliares está conformado por todos los dispositivos que sirven para alimentar las diferentes cargas eléctricas necesarias para la operación de la subestación, el conjunto de equipos que cumple este fin son: baterías, grupos electrógenos de emergencia, transformadores, gabinetes de distribución, interruptores de media y baja tensión.

2.3. Tipos de Sistemas de Servicios Auxiliares:

El sistema de servicios auxiliares para las subestaciones, se divide en dos tipos:

- a) **Sistema de Corriente Alterna:** Es utilizado para alimentar las cargas de mayores consumos, tales como ventilaciones y bombas de equipos de patios y transformación , sistemas complementarios de la subestación : iluminación normal, sistemas para detección de incendios, instalaciones eléctricas de edificaciones, sistemas de seguridad, aire acondicionado, bombas etc., así como la alimentación de las fuentes para los sistemas de corriente continua [2].
- b) **Sistemas de Corriente Continua:** utilizando las baterías como respaldo y aportar energía por ocho horas , corresponden al sistema que debe ser de mayor

confiabilidad, ya que son los encargados de alimentar los sistemas secundarios de la Subestación: protección, disparos, control, supervisión, medida y telecomunicaciones, entre otros [3].

2.4. Niveles de tensión Normalizados:

Los niveles de tensión normalizados por CADAFE señalados en las Normas 160-88 y 161-88 para el Sistema de Servicios Auxiliares se indican en la tabla 1. [2] [3]:

Tabla 1 Niveles de tensión para servicios auxiliares normalizados por CADAFE

Niveles de tensión en C.C. (V)	Niveles de tensión en C.A. (V)
110	480
48	208(trifásicos)/120(monofásicos)

2.5. Fuentes de Alimentación de los Servicios Auxiliares

a) **Devanado del terciario de Autotransformadores de potencia:** En algunos casos, las unidades de transformación son complementados con devanados terciarios en media tensión, los cuales pueden utilizarse como la fuente principal de alimentación de energía para los servicios auxiliares [1].

b) **Transformador reductor:** Cuando la subestación es del tipo transformación, en donde hay transformadores reductores para alimentar una subestación de distribución, un alimentador de esta barra puede ser utilizado como una de las fuentes de servicios auxiliares [1].

c) **Líneas Aéreas de distribución Urbana:** Las subestaciones que estén a la cercanía de centros urbanos, pueden utilizar, como fuente para los servicios auxiliares, las líneas aéreas de distribución trifásica a media tensión que provienen de la electrificación urbana o rural o de otras subestaciones [1].

d) **Grupo Electrónico o Generadores:** Normalmente, los grupos electrónicos se utilizan como suministro de emergencia o de respaldo a otras fuentes de alimentación para garantizar la continuidad de operación del sistema [1].

2.6. Criterios para el diseño de servicios auxiliares

2.6.1. Flexibilidad

Propiedad de la instalación para adaptarse a las diferentes condiciones que se puedan presentar, especialmente por cambios operativos del sistema y, además, por contingencias y/o mantenimiento del mismo [2] [1].

Los cambios operativos de un sistema eléctrico pueden ocurrir cuando se trata de buscar:

a) Control de potencia activa y reactiva para optimizar la carga de los generadores. Esto implica alguna forma de independizar o agrupar circuitos de cargas y/o generación.

b) Limitar niveles de cortocircuito. Cualquier arreglo o configuración que incorpore medios para dividir la subestación en dos (o más) secciones independientes puede reducir los niveles de cortocircuito. La reducción del nivel de cortocircuito no debe ser un parámetro inicial de diseño de la misma, más bien debe ser una condición

operativa de la instalación para prolongar la vida útil de los equipos y mejorar la estabilidad del sistema.

c) Independizar o limitar la influencia de algunas de las cargas o circuitos pertenecientes a subsistemas que por sus características puedan afectar la estabilidad del sistema de potencia.

2.6.2. Confiabilidad

Se define como la probabilidad de que una subestación puede suministrar energía durante un periodo de tiempo dado, bajo la condición de que al menos un componente de la subestación salga de servicio. Es decir, que cuando ocurra una falla en un elemento de la subestación, se puede continuar con el suministro de energía después de efectuar una operación interna, mientras se efectúa la reparación de dichos elemento. Esto es aplicable en el caso de mantenimiento [2] [1].

2.6.3. Seguridad

Propiedad de una instalación de dar continuidad de servicio suministro de energía sin interrupción alguna durante fallas de los equipos de potencia, especialmente interruptores y barras. La seguridad implica confiabilidad.

Idealmente un sistema seguro y confiable, es aquel donde todos sus elementos están duplicados y la pérdida de uno de ellos no afecta ninguno de los otros. Por razones económicas ningún sistema o subestación se hace 100% seguro y con base en esto se debe efectuar el diseño [2] [1].

2.7. Evaluación de cargas en Corriente Alterna

Las cargas en las subestaciones pueden dividirse en tres categorías [2]:

- a) Carga Normal: esta es la carga conectada a los servicios de corriente alterna de la subestación que funcionan en condiciones normales.
- b) Carga Esencial: Las cargas esenciales corresponden a la alimentación de los sistemas y equipos que deben seguir operando para mantener en funcionamiento la subestación.
- c) Carga de Emergencia: Es la carga a la cual hay que suplir la mínima potencia auxiliar para que la subestación entre en servicio, después de haber salido totalmente del sistema.

2.8. Evaluación de cargas en Corriente Continua

Las cargas en las subestaciones se pueden dividir en dos categorías [3]:

- a) Cargas fijas: Son las cargas que durante una falla pueden obtener su energía nominal de una batería de acumuladores de manera constante. Una carga fija no está necesariamente presente pero para fines de cálculo se considerará que lo está efectivamente.
- b) Cargas transitorias: Son las cargas que por su naturaleza, obtienen energía nominal durante un tiempo, que no exceden de un minuto.

2.9. Factores de demanda y simultaneidad

Para el cálculo de la capacidad de las fuentes normales y de emergencia, para los servicios auxiliares la norma de CADAFE 161-88 indica que se deberán usar los siguientes valores para los factores de demanda y simultaneidad. Estos valores se muestran en la tabla 2 [2].

Tabla 2 Factores de utilización y simultaneidad

Equipo	Factor de Utilización Ku	Factor de Simultaneidad Ks
Refrigeración Trafos de Potencia	1	1
Refrigeración de reactancias	1	1
Motores de Disyuntores	1	0,666 a 1 según caso
Compresores de Aire Comprimido	1	1
Cargadores de Baterías	1	1
Aire Acondicionado	1	1
Ventilación sala de baterías	1	1
Calefacción Armarios	1	1
Tomacorrientes monofásicos 15 A	0,5	0,3
Tomacorrientes de 30 A	0,5	0,2
Iluminación Patios	1	1
Iluminación de Edificios	1	1
Iluminación de Armarios Exteriores	0,5	0,2
Iluminación de tableros	0,5	0,2
Bombas de Aguas Blancas	1	0,1

2.10. Determinación de las características de un Banco de baterías

A continuación se presentan las consideraciones que se deben tener en cuenta para la determinación de las características de un banco de baterías [3]:

- a) Ciclo de Trabajo de un banco de baterías: Es el régimen de demanda de energía que se exige a un banco de baterías conformado por cargas permanentes, no permanentes y transitorias que este alimenta, lo cual determina su capacidad.
- b) Amperios –Horas: Definen la capacidad nominal de un banco de baterías y dan la idea de qué cantidad de corriente puede entregar el banco en un periodo de tiempo determinado.
- c) Diagrama del ciclo del trabajo: Indica el consumo de corriente por parte de las diferentes tipos de cargas para un determinado período de tiempo. Las cargas en el ciclo de trabajo pueden ser momentáneas, permanentes o fijas.

En la figura 1 se presenta el ciclo de trabajo para un caso hipotético conformado por n periodos, donde un periodo se conoce como un intervalo de tiempo en el ciclo de trabajo del banco de baterías en el cual la corriente de carga se asume constante para efectos de dimensionamientos del mismo. Así mismo, los n periodos están conformados por secciones que representan los n periodos del ciclo de trabajo del banco de baterías (por ejemplo la sección S5 de la figura 1 contiene los periodos 1 a 5) [4].

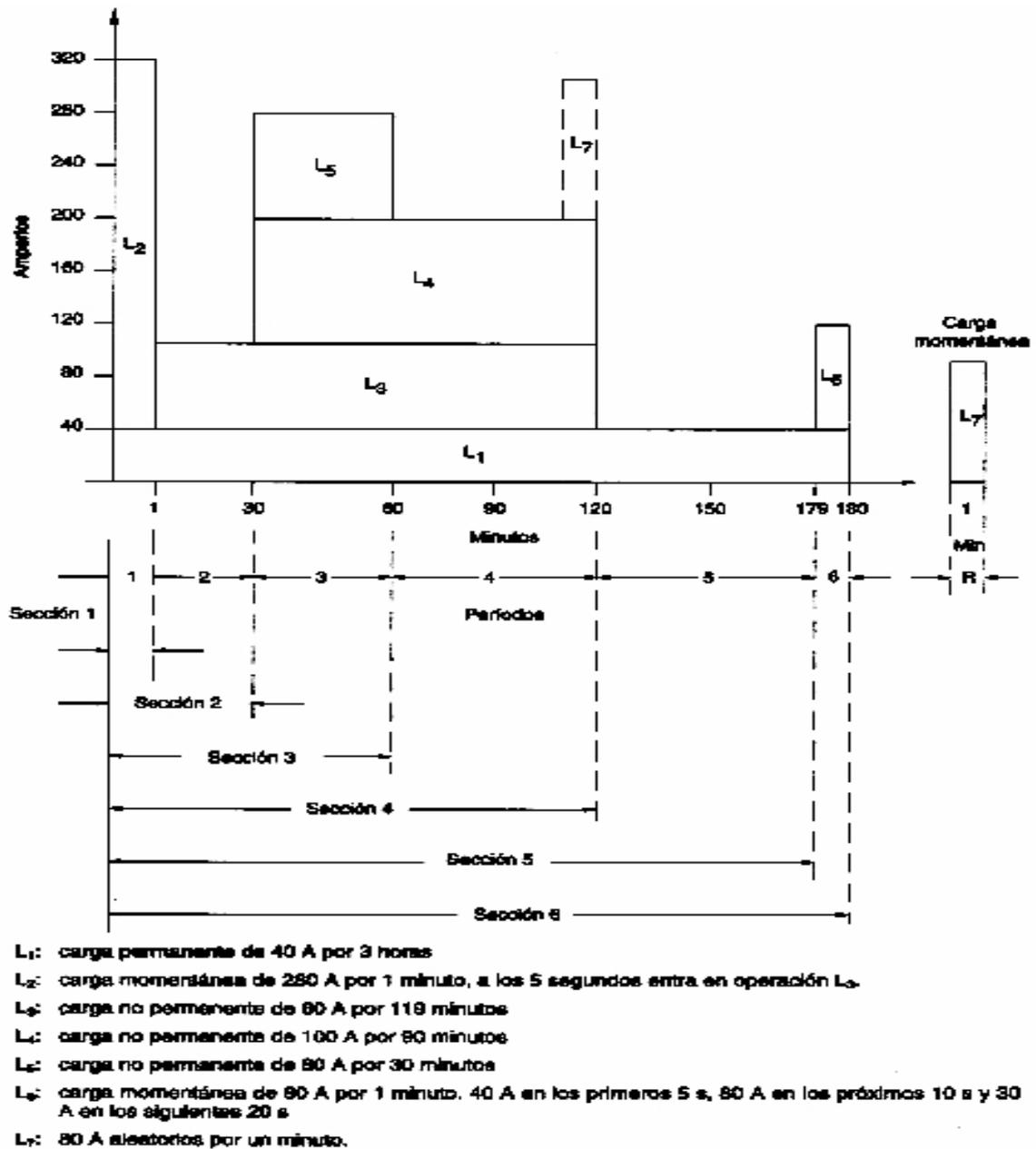


Figura 1 Diagrama del Ciclo de Trabajo

2.11. Método de cálculo de la capacidad del banco de baterías de Plomo – Ácido

Este método permite calcular la capacidad de una batería en función de una distribución de cargas y de las curvas de descarga suministradas por el fabricante, teniendo 25°C como temperatura ambiente de referencia [5].

Para dimensionar las baterías se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Las características físicas de la celda son: tamaño, peso, material del contenedor de la celda, tapas de ventilación, conectores entre celdas y sus terminales.
- b) Vida útil de la instalación (subestación o planta de generación) y vida esperada de las celdas.
- c) Frecuencia y profundidad de descarga de las celdas.
- d) Temperatura ambiente, ya que la temperatura reduce la vida útil de la celda.
- e) Requisitos de mantenimiento de la celda.

2.12. Pasos a seguir para determinar el tamaño (capacidad) de la batería

- a) Determinación de número de celdas: es necesario calcular para cada sección del ciclo de trabajo (ver figura 1) la capacidad máxima requerida por la combinación de las cargas demandadas (corriente contra tiempo).

Para el dimensionamiento de las baterías se deben considerar tres factores básicos: las tensiones máximas y mínimas del sistema y el ciclo de trabajo del banco de baterías.

La máxima tensión permisible en el sistema determina el número de celdas en el banco de baterías garantizando la tensión permisible de flotación e igualación. En la práctica se usan 12, 24, 60 ó 120 celdas para tensiones de 24V, 48V, 125V, ó 220 V.

Para el cálculo del número de celda se recurre a las siguientes expresiones:

$$No.celdas = \frac{U_m}{U_c} \quad (1)$$

$$No.celdas = \frac{U_{min}}{U_d} \quad (2)$$

Siendo U_m la tensión máxima permisible del sistema ($U_m=110\%$ de U) y U_c la tensión de recarga de cada una de las celdas (2,23 V/celda), expresión aplicable cuando el valor limitante es la tensión máxima del sistema. Para el caso en el que el limitante sea la tensión mínima del sistema, se emplean las variables U_{min} , que corresponde a la mínima tensión permisible del sistema ($U_{min}=85\%$ de U), y U_d , la tensión final de descarga de una celda.

b) Capacidad de las Baterías: La primera sección a analizar es el primer período del ciclo de trabajo. Utilizando el factor de dimensionamiento de capacidad CT , para un tipo determinado de celda, la capacidad se calcula de tal manera que suministre la corriente requerida para la duración del primer periodo. Para la segunda sección, la

capacidad se calcula suponiendo la corriente A1 requerida para el primer periodo continua a través del segundo; esta capacidad es, por lo tanto ajustada para el cambio de la corriente (A2- A1) durante el segundo periodo.

De la misma forma se calcula la capacidad para cada sección del ciclo de trabajo. El proceso iterativo se continúa hasta que se hayan considerado todas las secciones del ciclo de trabajo. El cálculo de la capacidad Fs, requerida para cada sección s, donde s puede ser cualquier entero de 1 a n, puede expresarse matemáticamente como sigue:

$$F_s = \sum_{p=1}^{p-s} \frac{A(p) - A(p-1)}{C_t} \quad (3)$$

Fs expresa el número de placas positivas o de amperios horas del banco de baterías, dependiendo de cual factor Ct sea utilizado.

La capacidad máxima calculada del ciclo de trabajo, máx. Fs, determina el número de placas positivas o de amperios horas así:

$$No. \text{ celdas} = \max \sum_{s=1}^{s-n} F_s \quad (4)$$

Donde:

S: Sección del ciclo de trabajo analizado. La sección s contiene los primeros n periodos del ciclo de trabajo (por ejemplo, la sección S5 contiene los periodos 1 a 5).

n: números de periodos del ciclo de trabajo.

p: periodo que se está analizando.

Ap: amperios requeridos para el periodo p

t: tiempo en minutos desde el comienzo del ciclo hasta el fin de la sección s.

Ct: factor de dimensionamiento de capacidad para un tipo de celda determinado, a la rata de descarga nominal durante t minutos, a 25 °C, para una tensión de descarga final determinada.

c) Factor de dimensionamiento: Existen dos términos para expresar el factor de dimensionamiento de la capacidad de un determinado tipo de baterías Ct; en los cálculos de dimensionamiento. Un término, Rt, es la corriente que cada placa positiva puede proporcionar por t minutos, a 25 ° C, a una tensión final de descarga determinada; por lo tanto $Ct = Rt$.

$$No. celdas = \max_{s=1}^{s=n} \sum_{s=1}^{s=n} F_s = \sum_{s=1}^{s=n} \sum_{p=1}^{p=s} \frac{Ap - A(p-1)}{Rt} \quad (5)$$

El término Kt, es la relación entre la capacidad nominal en amperios – horas dadas por el fabricante (a 25 ° C, a una tasa de tiempo y una tensión final de descarga normalizada) de una celda, y los amperios que puedan ser suministrados por esa celda por durante t minutos a 25 ° C y a una tensión final de descarga dada, datos calculados de acuerdo al ciclo de trabajo; por lo tanto:

$$Ct = \frac{1}{Kt} \quad (6)$$

Entonces se tiene que:

$$No. \text{ celdas} = \max_{s=1}^{s=n} \sum_{p=1}^{p-s} (Ap - A(p-1)) * Kt \quad (7)$$

Sin embargo Rt no es igual a $1/Kt$ debido a las diferentes unidades aplicadas a cada factor. Por lo tanto, Rt es proporcional a $1/Kt$. Los valores pueden obtenerse de los catálogos de los fabricantes para cada placa positiva y para varios tipos de tensión final de descarga (ver figura 2)

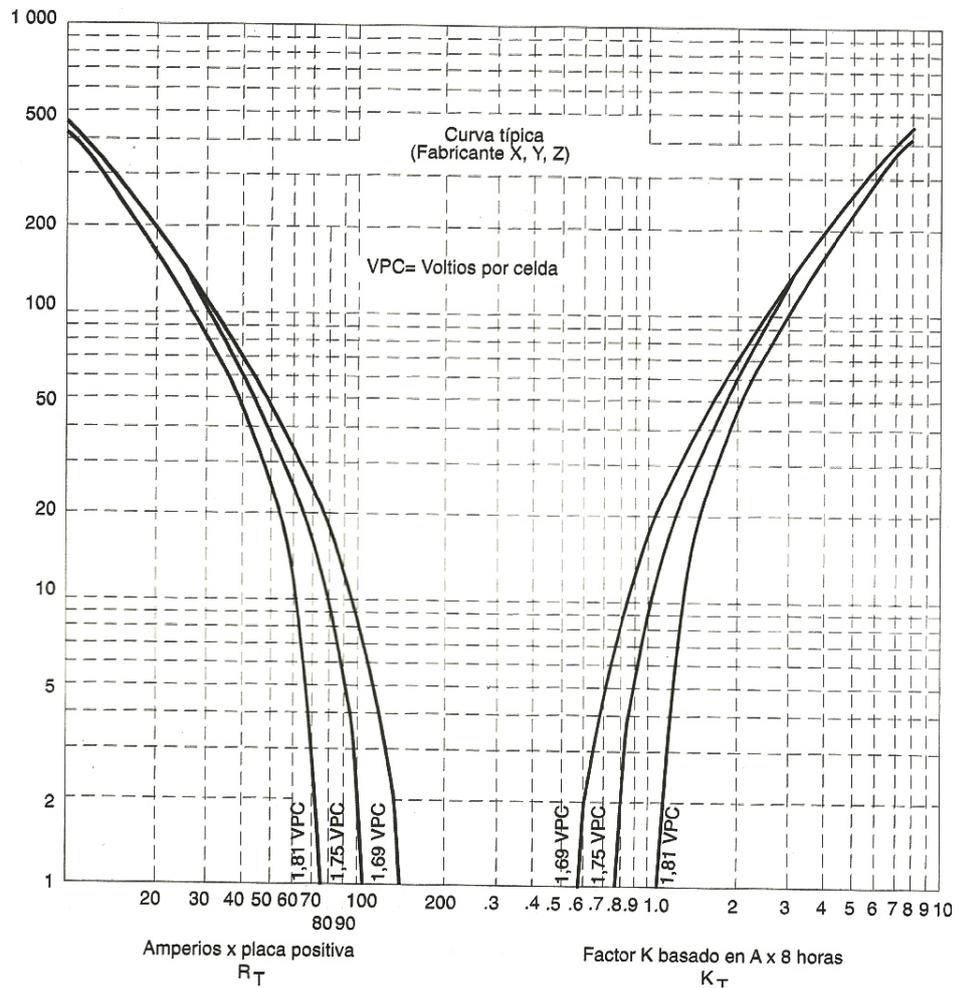


Figura 2 Curva hipotética de capacidad

Cuando se incluyen en el ciclo de trabajo de las baterías los consumos de los equipos que operan esporádicamente, es necesario calcular el dimensionamiento de la batería sin las cargas esporádicas y después sumar a éste el consumo adicional requerido por las cargas esporádicas únicamente.

Cuando se utiliza el factor Rt (amperios por placa positiva), la ecuación general expresa el dimensionamiento de la batería como el número de placas positivas. El dimensionamiento de la batería se encuentra como el número total de placas positivas y negativas. La conversión del número de placas positivas al número total de placas es:

$$\text{No. total de placas} = 1 + 2 * \text{No. placas positivas} \quad (8)$$

Para la determinación final de las baterías deberán tenerse en cuenta los siguientes factores adicionales:

d) Efecto de la temperatura: la capacidad disponible de una celda es afectada por la temperatura de operación. La temperatura normal considerada del diseño de las celdas es de 20°C ó 25 °C, teniendo como a 25 °C como la temperatura máxima de operación. Para temperaturas mayores de 25°C se debe corregir la capacidad por efecto de temperatura, de acuerdo a la norma IEC 60896-11 (2002):

$$C_{a 20^{\circ}\text{C}} = \frac{C_t}{1 + \gamma(T - 20)} * Ah \quad (9)$$

$$C_{a 25^{\circ}\text{C}} = \frac{C_t}{1 + \gamma(T - 25)} * Ah \quad (10)$$

Donde:

Ct: capacidad de referencia de la celda, Ah

γ : coeficiente dado por el fabricante; puede tomarse 0.006 para descargas menores que 3h y 0.01 para descargas mayores.

T: temperatura inicial media, °C.

e) Margen de diseño: se recomienda incrementar la capacidad de la celda en un 10% ó 15% con el objeto de tener en cuenta adición de cargas al sistemas de servicios auxiliares de corriente continua y condiciones de operación no óptimas de la batería debidas a mantenimiento inadecuado, temperaturas ambientes menores de las que la esperada, etc.

f) Corrección por envejecimiento: la norma ANSI/IEEE Std 450(2002) recomienda que una batería debe ser reemplazada cuando su capacidad cae a un 80% de su capacidad asignada; por lo tanto, la capacidad asignada de la batería deberá ser un 125% de la capacidad esperada de la vida útil de la misma.

2.13. Cálculo de los Cargadores de Baterías:

Para determinar la corriente asignada de los cargadores de baterías se considera que, después de una falla en la alimentación, cada cargador de baterías debe ser capaz de alimentar la totalidad de los consumos y de entregar una corriente tal al banco de baterías, que sea suficiente para recargarlo en un lapso no superior al tiempo deseado para la recarga.

El siguiente procedimiento es el más utilizado para calcular la capacidad del cargador y es el que más se ajusta a las condiciones de operación de los servicios auxiliares de las subestaciones. La ecuación utilizada para dimensionar los cargadores es la siguiente [3].

$$A = \frac{n * Ah}{t} + A_o \quad (11)$$

Donde:

A: capacidad del cargador, A.

Ah: amperios-horas del banco de batería seleccionado.

n: constante para compensar pérdidas durante la carga (1,25 para baterías plomo-acido, según norma de CADAPE 160-88).

Ao: corriente de consumo continuo demandada por las cargas (A).

t: tiempo de recarga de la batería, h (recomendado por el fabricante)

Luego de obtener la corriente del cargador se aplican los factores de corrección por temperatura y por altura sobre el nivel del mar. La corrección por temperatura ambiente se debe considerar si esta supera los 40°C (temperatura máxima indicada por los fabricantes).

La corrección por altura se considera para cargadores instalados a una altura superior a 1000m sobre el nivel del mar. En la tabla 3 se muestra los factores de corrección por temperatura y altura; los valores entre paréntesis son los que se aplican para estimar la capacidad nominal del cargador [3].

Tabla 3 Factor de corrección según norma CADAFE 160-88

Corrección por Temperatura		Corrección por altura sobre el nivel del mar	
Temperatura °C	Factor	Altura (m.s.n.m)	Factor
45	0,93(1,07)	1500	0,95(1,05)
50	0,86(1,16)	2000	0,91(1,09)
55	0,74(1,35)	2500	0,86(1,16)
		3000	0,83(1,20)
		3500	0,81(1,23)
		4000	0,80(1,25)

La potencia de salida sobre del cargador en corriente continua es:

$$P_{c.c} = AU_{c.c} \quad (12)$$

Donde:

A= amperios requeridos

U_{c.c}= tensión de operación

La potencia activa en corriente alterna es:

$$P_{c.a} = \frac{P_{c.c}}{\mu} \quad (13)$$

Donde:

Pcc= potencia en C.C

μ : eficiencia del cargador (generalmente se toma entre el 85% y 90%)

Mientras la potencia aparente entregada por el cargador es:

$$S_{c.a} = \frac{P_{c.a}}{\cos\theta} \quad (14)$$

Donde:

Pc.a= Potencia Aparente.

Cos θ =Factor de potencia.

2.14. Criterios para la selección de los conductores para los Servicios Auxiliares:

2.14.1. Cálculo por capacidad térmica:

Existen varios factores que inciden en la capacidad térmica del conductor, tales como: Tipo de aislamiento, factores ambientales y las condiciones de instalación del conductor. Por esta razón, se deben efectuar ajustes en los valores nominales de capacidad térmica dados por los fabricantes a un valor específico de temperatura ambiente [6].

Tales ajustes consideran las condiciones de instalación del conductor y los factores ambientales a los cuales se encuentran sometido el mismo.

Para ello utilizamos un factor denominado coeficiente de instalación K, el cual toma en cuenta las condiciones ambientales a la cual estará sometido el conductor y las condiciones de instalación del mismo, es decir:

$$K = K1 * K2 \quad (15)$$

Donde:

K1: coeficiente de temperatura (factor que toma en cuenta la temperatura ambiental)

K2: coeficiente de colocación (factor que toma en cuenta el tipo de canalización la cantidad de los conductores tendidos).

Donde K1 es:

$$K1 = \sqrt{\frac{(Tc - Ta)}{(Tc - Tar)}} \quad (16)$$

Donde:

Tc: Temperatura máxima permitida por el conductor.

Ta: Temperatura ambiente.

Tar: Temperatura de referencia del fabricante.

Como lo señala el Código Eléctrico nacional (CEN) en la sección 318, los cables deben ir instalados sobre los soportes de los canales de cables.[6].

Por otra parte, las capacidades de corriente de los cables en bandeja, según lo señala el CEN 318-11 es como sigue:

Para conductores monopolares cuyos calibres se encuentren entre 1/0 AWG y 750 kcmil, la capacidad de corriente será del 60% de la capacidad de los conductores al aire libre (tabla 310-17 del CEN, ver anexo 1), es decir:

$$K2 = 0,6 \quad (17)$$

Para multiconductores, la capacidad de corriente será del 95% de la capacidad de corriente de tres (03) conductores activos en una canalización (tabla 310-16 del CEN, ver anexo 2), es decir:

$$K2 = 0,95 \quad (18)$$

El calibre del conductor seleccionado debe ser tal que tenga una capacidad de corriente I y además cumpla con la siguiente condición:

$$I \geq 1,1 * I_f \quad (19)$$

Donde:

$$I_f = \frac{I_c}{K} \quad (20)$$

Por lo que:

$$I \geq 1,1 * \frac{I_c}{K} \quad (21)$$

Donde:

I: capacidad de corriente del conductor a escoger.

Ic: corriente de carga.

K: coeficiente de instalación.

Conocido esto, podemos definir el coeficiente de utilización (FU) como:

$$FU = \frac{I_c}{I} = \frac{K}{1,1} = \frac{(K1 * K2)}{1,1} \quad (22)$$

Por lo tanto:

$$I \geq \frac{I_c}{FU} \quad (23)$$

Factor de Utilización para conductores de Cobre tipo EPR-PVC 90°C

Conductores Monopolares Calibre Comprendido entre 1/0 AWG Y 750

kcmil:

Valores considerados para el conductor de cobre tipo EPR-PVC 90 °C:

T_c= 90 °C

T_a= 40 °C

T_{ar}= 30 °C

$$K1 = \sqrt{\frac{(90 - 40)}{(90 - 30)}} = 0,91 \quad (24)$$

$$K2 = 0,60 \quad (25)$$

$$FU = \frac{(0,91 * 0,60)}{1,1} = 0,5 \quad (26)$$

Se utiliza el valor de ampacidad (I) de los conductores al aire libre de la tabla CEN 310-17 (ver anexo 1) para calcular la relación:

$$I \geq \frac{I_c}{FU} \quad (27)$$

Cables Multiconductores

T_c= 90 °C

T_a= 40 °C

T_{ar}= 30 °C

$$K1 = \sqrt{\frac{(90 - 40)}{(90 - 30)}} = 0,91 \quad (28)$$

$$K2 = 0,95 \quad (29)$$

$$FU = \frac{(0,91 * 0,95)}{1,1} = 0,79 \quad (30)$$

Se utiliza el valor de ampacidad (I) de los conductores al aire libre de la tabla CEN 310-16 (ver anexo 2) para calcular la relación:

$$I \geq \frac{I_c}{FU} \quad (31)$$

Factor de utilización para conductores de cobre tipo EPR-PVC 75 ° C

Conductores Monopolares calibre comprendido entre 1/0 AWG Y 750 kcmil:

Valores considerados para el conductor de cobre del tipo EPR-PVC 75° C:

$$T_c = 75 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{ar} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K1 = \sqrt{\frac{(75 - 40)}{(75 - 30)}} = 0,88 \quad (32)$$

$$K2 = 0,60 \quad (33)$$

$$FU = \frac{(0,88 * 0,60)}{1.1} = 0,48 \quad (34)$$

Se utiliza el valor de ampacidad (I) de los conductores al aire libre de la tabla CEN 310-17 (ver anexo 1) para calcular la relación:

$$I \geq \frac{I_c}{FU} \quad (35)$$

Multiconductores

$$T_c = 75 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{ar} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K1 = \sqrt{\frac{(75 - 40)}{(75 - 30)}} = 0,88 \quad (36)$$

$$K2 = 0,95 \quad (37)$$

$$FU = \frac{(0,88 * 0,95)}{1,1} = 0,76 \quad (38)$$

Se utiliza el valor de ampacidad (I) de los conductores al aire libre de la tabla CEN 310-16 (ver anexo 2) para calcular la relación:

$$I \geq \frac{Ic}{FU} \quad (39)$$

2.14.2. Cálculo por caída de Tensión:

Para el cálculo por caída de tensión el Código Eléctrico Nacional permite una caída de tensión máxima en régimen permanente para motores, bobinas y equipos del cinco por ciento (5%) desde la fuente hasta la carga. Por otro lado, se tomara como caída de tensión máxima de en arranque de motores y disparos de bobinas de los interruptores del quince por ciento (15 %) [6].

a) Caída de Tensión en régimen permanente Corriente Alterna

La siguiente expresión nos define la caída de tensión en los conductores en régimen permanente:

$$\overline{\Delta V} = \overline{V1} - \overline{V2} \cong I * r * L * \cos \varphi + I * x * L * \text{sen} \varphi \quad (40)$$

Donde:

V1: tensión en tablero fuente.

V2: tensión en la carga.

r: resistencia del conductor por unidad de longitud.

x: reactancia del conductor por unidad de longitud.

L: longitud del conductor.

I: corriente de carga.

$\cos \varphi$: Factor de potencia del sistema.

La fórmula anterior podemos expresarla de la siguiente manera:

$$\Delta V\% = \frac{I * L * 100 * (r * \cos \varphi + x * \text{sen} \varphi)}{V1} \quad (41)$$

b) Caída de Tensión para sistemas Trifásicos:

Para sistemas monofásicos con una carga K expresada en VA, tenemos que:

$$I = \frac{K}{\sqrt{3} * V} \quad (42)$$

Donde:

I: corriente de línea.

K: carga en VA.

V: tensión de línea.

Por lo que la fórmula de caída de tensión será la siguiente:

$$\Delta V \% = \frac{\sqrt{3} * I * L * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{10 * kV_{LINEA}} \quad (43)$$

c) Caída de Tensión para sistemas monofásicos:

Para sistemas monofásicos con una carga K expresada en VA, tenemos que:

$$I = \frac{K}{V} \quad (44)$$

Donde:

I: corriente del circuito.

K: carga en VA.

V: tensión entre fase y neutro.

Por lo que la fórmula de caída de tensión será la siguiente:

$$\Delta V\% = \frac{2 * I * L * (r * \cos \varphi + x * \text{sen} \varphi)}{10 * KV} \quad (45)$$

d) Caída de tensión en el arranque.

El cálculo de caída de tensión en el arranque es similar al explicado anteriormente, con la diferencia que la corriente a utilizar es la corriente al momento del arranque.

Caída de tensión en Corriente Continua: La siguiente expresión nos define la caída de tensión en los conductores en régimen permanente:

$$\Delta V = \overline{V1} - \overline{V2} \cong 2 * I * L * R_{dc} \quad (46)$$

Donde:

V1: tensión en tablero fuente.

V2: tensión en la carga.

Rdc: resistencia continua del conductor por unidad de longitud.

L: longitud del conductor.

I: corriente de carga.

La fórmula anterior podemos expresarla de la siguiente manera:

$$\Delta V\% = \frac{2 * I * L * 100 * R_{dc}}{V1} \quad (47)$$

2.14.3. Cálculo por Cortocircuito:

La finalidad de este cálculo es asegurarnos que el conductor no sufrirá daño alguno al momento de un cortocircuito, o lo que es lo mismo, el conductor deberá soportar la corriente de cortocircuito durante el tiempo que tarde el dispositivo de protección en despejar la falla.

Para ello utilizaremos la fórmula indicada en el “Insulated Power Cable Engineers Association –IPCEA 1969” y que también se indica en la norma 161-88 de CADAFE [2].

$$\left(\frac{I}{S}\right)^2 * t = 0.0297 * \log\left(\frac{(T2 + 234)}{(T1 + 234)}\right) \quad (48)$$

Donde:

I: corriente de cortocircuito (A)

S: sección del conductor (Circular mils)

t: duración del cortocircuito (s)

T1: máxima temperatura de operación del conductor (°C)

T2: máxima temperatura de cortocircuito del conductor (°C)

Capacidad de cortocircuito para conductores de cobre tipo EPR-PVC 90°

Para conductores EPR-PVC 90 °C:

T1= 90 °C

T2= 250 °C

Por lo tanto, podemos decir que la sección del conductor viene dada por:

$$\left(\frac{I}{S}\right)^2 * t = 0,0297 * \log\left(\frac{(250 + 234)}{(90 + 234)}\right) \quad (49)$$

$$S_{CABLE \ 90 \ ^\circ C} = \frac{I * \sqrt{t}}{0,0719} \quad (50)$$

Capacidad de Cortocircuito para conductores de Cobre tipo EPR-PVC 75 ° C.

Para conductores EPR-PVC 75 °C:

T1= 75 °C

T2= 150 °C

Por lo tanto, podemos decir que la sección del conductor viene dada por:

$$S_{CABLE 90^{\circ}C} = \frac{I * \sqrt{t}}{0.0529} \quad (51)$$

2.15. Sistema de Control Numérico

Un sistema de control numérico se define como un conjunto formado por dispositivos o funciones de medida, indicación, registro, señalización, regulación, control manual y automático de los equipos y los relés de protección, los cuales verifican, protegen y ayudan a monitorear un sistema de potencia [4].

La función principal de un sistema de control en una subestación es supervisar, controlar y proteger la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Durante condiciones anormales y cambios intencionales de las condiciones de operación, el sistema de control deberá, hasta donde sea posible, asegurar la continuidad del servicio de energía eléctrica.

Actualmente existen dos conceptos de control: el convencional y los sistemas automatizados de subestaciones (SAS); siendo la tendencia en las subestaciones nuevas implementar este último y; en las ya existentes, el realizar la modernización de los sistemas convencionales.

2.15.1. Sistema de control centralizado:

En este sistema se tienen centralizados en un solo sitio, usualmente un edificio de control, todos los elementos de control y componentes auxiliares como controladores, protecciones, estaciones de trabajo, equipos de comunicación, servicios auxiliares [4].

En el sistema de control centralizado las señales provenientes del patio de la subestación generalmente se agrupan en armarios de agrupamiento de tipo intemperie, localizados en el patio y adyacentes a los equipos. Estas señales luego son llevadas a las casas de adquisición de datos y casas de mando.

2.15.2. Sistema de control distribuido

El control distribuido consiste en repartir en casas de adquisición de datos en el patio de la subestación los controladores del controlador del campo, protecciones y equipos de comunicaciones. En la casa de mando se instala un controlador central y la estación de trabajo del operador, los cuales se conectan con los controladores de campo ubicados en las casas de adquisición de datos mediante enlaces de fibra óptica. En este caso, el sistema de servicios auxiliares puede dejarse centralizado en la casa de mando o también distribuirse en las casas de adquisición de datos [4].

2.16. Sistema de Protección

El objeto de un sistema de protección, consiste en reducir la influencia de una falla en el sistema, hasta tal punto que no afecte su funcionamiento o se produzcan daños relativamente importantes en el, ni tampoco ponga en peligro seres humanos o animales [6].

Esto sólo se puede conseguir cubriendo de una manera ininterrumpida los sistemas de potencia mediante el uso de esquemas de protección y relés que hayan sido diseñados con la atención requerida, de tal forma que se remueva del servicio algún elemento del sistema cuando sufre un cortocircuito o cuando comienza a operar de manera anormal. Las protecciones trabajan asociadas con los interruptores los cuales desconectan el equipo luego de la orden del relé. Por esto frecuentemente se involucra el interruptor como parte del sistema de protecciones.

Para que el sistema de protecciones sea confiable y seguro; es necesario, que se encuentre correctamente acoplado al sistema de control numérico y que la alimentación del mismo, la cual proviene de los servicios auxiliares en corriente continua sea confiable y segura.

CAPÍTULO III

3. NORMATIVA, PROCEDIMIENTOS Y ESTANDARES PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIÓN NODAL 230T DE CADAFE

Los Sistemas de Servicios Auxiliares para la subestación equivalen al corazón para el cuerpo humano; ya que los mismos aportan la energía para mantenerla en correcto estado de operatividad; esto se debe a que ellos se encargan de alimentar los sistemas secundarios de la subestación, los cuales están conformados principalmente por: el sistema de protecciones, sistemas de control numérico, teleprotecciones, comunicaciones, entre otros. De allí que los sistemas de servicios auxiliares deben ser confiables, flexibles y selectivos, ya que una falla que podría generar la pérdida parcial o completa de éstos; ocasionaría disparos inadecuados de protecciones, perdidas o salidas de unidades de transformación, no apertura de interruptores y seccionadores; además, en el caso de la pérdida completa de la subestación es necesario que se disponga de operatividad del sistema de servicios auxiliares para lograr realizar el arranque en negro (Black Up) de la misma.

Un común denominador en la actualidad, es que la mayoría de la normativa por la que se rigen las empresas venezolanas de servicio eléctrico no ha sido actualizada desde hace varios años, acarreando como consecuencia que no se realice una ingeniería adecuada a las tecnologías actuales para los sistemas de servicios auxiliares. Existe un caso que llama especial atención por ser una de las subestaciones más utilizadas para transformar y transportar importantes cantidades de flujo de potencia del sistema interconectado; esta es la Subestación Nodal 230T de CADAFE (la cual no se ha actualizado desde el año 1979).

Por esta razón se decidió realizar un estudio pertinente a la Norma NP-Nodal 230 T de CADAFE, haciendo especial énfasis en lo referente a los sistemas de servicios auxiliares, con la intención de detectar las deficiencias y tomar las respectivas acciones correctivas que permitan obtener un diseño adecuado a los avances tecnológicos actuales.

3.1. Sistemas de Servicios Auxiliares según Norma 230 T CADAFE

Esta norma refleja los elementos técnicos (Eléctricos, electromecánicos y Civiles) que se deben tomar en cuenta para el desarrollo de una Subestación Tipo Nodal 230 T, pertenecientes a la empresa CADAFE. La última actualización de esta norma fue realizada en el año 1979 y desde entonces no se ha elaborado otra [7].

En los siguientes párrafos se indicarán todos los numerales de la norma que hacen mención al sistema de servicios auxiliares y en los cuales se basarán las recomendaciones presentadas en los posteriores capítulos.

- **Numeral 1: Equipos de Alta Tensión**

Este numeral establece que la subestación será conformada por 4 autotransformadores de 100 MVA con los niveles de tensión 230 kV para el lado de alta tensión y 115 kV para el lado de baja tensión. Adicionalmente, indica que la configuración o esquema utilizado es del tipo Barra Principal con Transferencia para ambos niveles de tensión. El mismo se puede apreciar en el anexo 3, el cual muestra el diagrama unifilar según la norma y señala que la subestación dispondrá de cuatro transformadores de 100 MVA cada uno, de 6 salidas de líneas para el nivel de tensión de 230 kV y de 10 salidas de línea para el nivel de 115 kV.

También, se especifica el valor de tensión al cual se deben polarizar algunos equipos de patio que son alimentados por el sistema de servicios auxiliares. A continuación se presenta lo que al respecto indica la norma:

1.1 Autotransformadores de Potencia: “Las tensiones de servicios necesarias son 480 Vac para el sistema de enfriamiento y 110 Vcc para protecciones y alarmas”

1.2 Transformadores de Potencia: “ las tensiones de servicios necesarias son 208-120 Vca para los ventiladores de enfriamiento y 110 Vcc para protecciones y alarmas”

1.3 Interruptores: “Los interruptores de 230 y 115 kV deberán venir previstos de (4) contactos auxiliares adicionales, a fin de llevar la señalización a la sala de control”

- Numeral 2: Equipos de Control y Alarmas

Indica que “La Subestación tipo Nodal 230T será una subestación operada a control remoto, por lo que es necesario prever en las mismas, telemando, telemedida, teleindicación y telealarmas”.

- Numeral 3: Señalización centralizada y alarmas

Cita: “Este sistema funcionará a tensión de 110 Vcc y estará basado en el principio de doble parpadeo.”

Se puede observar en los numerales 2 y 3 que los Sistemas de Servicios Auxiliares tienen relación directa con el sistema de control y señalización debido a que se encargarán de polarizar o alimentar adecuadamente el sistema de control y alarma.

Numeral 5: Equipos de Servicios Auxiliares

Este es el numeral de más interés para el caso estudiado, ya que expone como debe ser el desarrollo del Sistema de Servicios Auxiliares para una Subestación Nodal 230T. Aquí se señala que el grado de confiabilidad requerido para estos servicios en grandes Subestaciones se consigue mediante la alimentación a partir de tres (3) fuentes de energía:

- El terciario del primer banco de autotransformadores.
- Una fuente externa a la subestación, que puede ser por ejemplo una línea de 13,8 k V y que será determinada por CADAFE en cada caso en particular.
- Para las Emergencias, un generador movido por Diesel.

Indica además que estas tres (3) fuentes estarán enclavadas de manera que nunca funcionen en paralelo. Un selector de cuatro (4) posiciones servirá para escoger el modo en el que operan las fuentes:

- Posición I: Todas las fuentes desconectadas.
- Posición II: Conectada la fuente uno (1); predispuesta para conectarse automáticamente a la fuente dos (2) en el caso de fallar la anterior y arranque automático del generador diesel, si fallan ambas fuentes.
- Posición III: Conectada a la fuente dos (2); predispuesta para conectarse automáticamente a la fuente uno (1) en caso de fallar la anterior y arranque automático del generador Diesel si fallan ambas fuentes.

- Posición IV: Conectada la fuente tres (3) y desconectadas las fuentes uno (1) y dos (2).

El arranque del Diesel, tanto en forma manual (Posición IV) como en forma automática (Posiciones II y III), deberá comenzar por abrir todos los contactores de barra de 480 Vca y en 208 Vca.

Adicionalmente, indica que las barras de 480 Vca y 208 – 120 Vca estarán seccionadas, conectando todos los servicios esenciales y diesel de un lado del seccionamiento y los servicios auxiliares no esenciales del otro lado, según se muestra en el anexo 4

La Norma también cita las características de los transformadores que se encargarán de alimentar a los servicios auxiliares en el inciso 5.1, indicando lo siguiente: La barra de 480 Vca estará alimentada a través de un transformador de 600 KVA cada uno, 34500/480 V ó 13800/480 V, según sean las fuentes de alimentación seleccionadas. Ambos transformadores y planta diesel estarán conectadas a la barra de 480 Vca por medio de interruptores al aire.

La Barra de 208-120 Vca estará alimentada a partir de la barra de 480 Vca a través de dos transformadores de 150 kVA cada uno, los cuales estarán protegidos por interruptores termomagnéticos.

En el inciso 5.2 Generador Diesel, se indica que la subestación tendrá un sistema de generación Diesel para no perder los servicios auxiliares en caso de emergencia, el cual debe ser de 350 KVA, factor de potencia 0.8 y tensión nominal 480 V.

El inciso 5.3, Rectificadores, expone: se instalarán dos equipos rectificadores en la subestación. Los rectificadores deberán operar en el sistema trifásico de 480 V. Cada rectificador tendrá una capacidad nominal mínima de 75 A_{DC}.

La subestación operará con un equipo rectificador. El control de los rectificadores se hará por medio de un selector de operaciones de 3 posiciones que permitirá conectar ambos rectificadores en paralelo o conectar uno de ellos.

Los equipos rectificadores serán del tipo rectificador seco, con regulación constante de tensión y control de la corriente con un límite del 110% de la corriente nominal. Deberán ser capaces de controlar un cortocircuito completo a una batería totalmente muerta, sin que sean afectados los fusibles de circuito. Los cargadores estarán en paralelo con la batería y serán diseñados para operar en dos régimen:

- Flotantes: Para suministrar la carga normal de la subestación y las pérdidas internas de las baterías.
- Rápido: Para cargar las baterías en un tiempo igual al del régimen de descarga normal desde la tensión mínima de 88 V hasta la tensión de carga completa.

El control del cargador de baterías tendrá las siguientes características:

- Automática: Normalmente debe corresponder a carga flotante; a una tensión ajustable entre 110 y 88 V, se arrancará automáticamente el régimen de carga rápido del cargador.
- Flotante: Manual

- Rápido: Este control arrancará manualmente y permitirá colocar el cargador en su régimen rápido, por medio de un dispositivo ajustable que puede ser de tensión o de tiempo. Deberá cambiar automáticamente al régimen flotante.

En el inciso 5.4 Baterías, expone: las baterías serán del estacionario plomo-acido, siendo sus características las siguientes:

- Tipo: Plomo Acido.
- Placa positiva: tipo planté o tubular.
- Tensión promedio por celda: 2,17 V.
- Tensión mínima por celda: 1,75 V.
- Tensión Máxima de Carga: 2,80V.
- Numero de Celdas: 50.
- Tensión Nominal: 110 V.
- Tensión Mínima: 88 V.
- Tensión Máxima: 140 V.
- Amp- Horas mínimo: (8 horas) 250 Amp - Horas

La batería deberá ser calculada para los siguientes regímenes de descarga sin que se alcance la tensión mínima de 88 Voltios a una temperatura de 25 ° C:

- Carga normal de la subestación durante 4 horas.
- 2000 Watt de iluminación de emergencia durante 4 horas.
- Una operación de apertura de interruptores de 30 interruptores seguida de una de cierre de sucesivo de los mismos.

En el inciso 5.5 Equipo de Distribución de los Servicios Auxiliares, este punto indica: las Barras de 480 Vca tendrán una capacidad de 850 A, las Barras de 208 Vca tendrán una capacidad de 300 A.

En los tableros ubicados en la casa de control se instalarán interruptores automáticos de tipo termomagnéticos de caja moldeada con las siguientes características:

- Salida de Barra de 480 Vca:
 - Tensión Nominal 480 Vca
 - Corriente Nominal: 25-50-75-100-200 A
 - Numero de polos: 3
 - Corriente de Cortocircuito: 20 kA

- Salida de Barra de 208 Vca:
 - Tensión Nominal 208 Vca
 - Corriente Nominal: 25-50-100-150-500 A
 - Numero de polos: 3
 - Corriente de Cortocircuito: 10 kA

- Alumbrado de Emergencia :
 - Tensión Nominal: 208 Vca
 - Corriente Nominal: 100 A
 - Valor de intervención instantáneo: 10 a 20 In
 - Numero de polos: 2
 - Corriente de Cortocircuito: 10 kA

- Salida de Barra de Corriente Continua :
 - Tensión Nominal 125 Vca
 - Corriente Nominal: 30-75 A

- Valor de intervención instantáneo: 5 a 75 In
- Numero de polos: 2

El inciso 5.6, Protecciones de Servicios Auxiliares, señala que además de las protecciones incorporadas en los interruptores de servicios auxiliares, estos contarán con las siguientes protecciones:

- En la barra de 480 Vca, se colocará entre cada fase y el neutro un transformador de tensión monofásico. En el secundario del transformador se conectarán tres relés de mínima tensión con características de tiempo definidos ajustable entre 0,5 y 2,0 s. Que cumplen con la función AA; los relés de tensión tendrán una tensión nominal de 110 Vcc y actuarán para valores de tensión menores a 90 Vcc; sus contactos serán de reposición manual.
- En la barra de 208-120 Vca, se conectará entre una fase y el neutro, un relé de mínima tensión con características idénticas al anterior y que debe cumplir con la función BB.
- En la barra de 110 Vcc se conectará entre ambos polos un relé de baja tensión con características idénticas a las anteriores y que debe cumplir con la función DD. Se instalará también un relé de detección de falla a tierra English Electric tipo CME o similar que debe cumplirá con la función CC.

A continuación se definen las funciones de protecciones nombradas anteriormente:

- Función AA:

Dar señal al arranque del diesel.

Enviar señal al sistema de alarma mayor.

Enviar señal al relé de señalización centralizada indicando “falta de servicios auxiliares C.A”.

- Función BB:

Enviar señal al sistema de alarma menor.

Enviar señal al relé de señalización centralizada indicando “alarma en servicios auxiliares C.A”

Enviar señal al registrador de maniobras.

- Función CC:

Enviar señal al sistema de alarma mayor.

Enviar señal al relé de señalización centralizada indicando “falta de corriente continua”

Enviar señal al registrador de maniobras.

- Función DD:

Accionar alarma acústica menor (timbre).

La batería estará conectada a la barra de corriente continua a través de un fusible de características retrasada. Este fusible será el Chase-Shawmut, Amp-Trap Dual Element, tensión nominal a 250V y corriente nominal de capacidad adecuada u otro con una característica de corriente equivalente.

El inciso 5.7, Sistema de aire comprimido, establece los criterios que el licitante debe respetar a la hora de la selección de los equipos basados en esta tecnología (interruptores), además de señalar que la alimentación de este sistema se realizará a través de los Servicios Auxiliares en corriente alterna.

- Numeral 6: Canalizaciones y Puesta a Tierra

El Inciso 6.2, Cables de fuerza de baja tensión, expone: estos cables corresponden a los cables utilizados en la distribución de los servicios auxiliares de C.A y C.C.

Los cables de distribución de servicios auxiliares tendrán las siguientes características:

- Norma Básica: IPECEA.
- Tipo: THW.
- Conductor: Cobre trenzado.

- Aislamiento: PVC.
- Tensión de Servicio: 600 V.
- Tensión de Prueba: 3000V.

Los cables monopolares requeridos para la conexión de los transformadores de servicios auxiliares a las barras correspondientes tendrán una sección mínima de 700 KCMIL. Las conexiones del transformador de 600 kVA y del generador diesel a barra llevarán dos de estos conductores en paralelo.

Solo se aceptan empalmes en los cables de alumbrado y distribución de tomas corrientes exteriores, los empalmes serán hechos mediante conexiones de autofusión.

- Numeral 7: Tableros

En el inciso 7.3, Tableros de Servicios Auxiliares, se indica: Los tableros de servicios Auxiliares estarán ubicados en la casa de control.

Los diagramas unifilares de los Sistemas de Servicios Auxiliares de corriente alterna y corriente continua, según la norma, se muestran en los anexos 5 y 6.

- Numeral 9: Iluminación y Tomas de Corrientes

El inciso 9.1, Iluminación Normal, indica que la iluminación normal exterior se hará mediante torres de alumbrado. Sobre cada torre estarán montados tres (3) reflectores de 2000 W cada uno.

Sobre la torre se ubicará un sistema de encendido y apagado por medio de célula fotoeléctrica, o en los tableros de servicios auxiliares o se agregará un reloj con reserva en marcha que comandará un contador ubicado en la casa de mando.

La iluminación normal interior (casa de control y caseta de vigilancia) será proyectada de acuerdo a las características del ambiente a iluminar.

El inciso 9.2, Iluminación de Emergencia, señala que la iluminación de emergencia exterior se realizará por medio de dos trípodes portátiles; cada trípode llevará dos reflectores de 250 W cada uno, que podrán conectarse a la toma de corriente que se hallan distribuidas en el patio.

La iluminación de emergencia interior, para la casa de control, se hará mediante artefactos individuales colocados separadamente de los artefactos de iluminación normal.

El inciso 9.3, Tomas de Corrientes, establece que se dispondrán de tomas de corrientes trifásicas de 480 Vac, 208 Vac, tomas bifásicas 208 Vac, tomas monofásicas 120 Vac y tomas de corriente continua de 110 Vcc.

- Numeral 10: Sistemas de Protecciones

En este numeral se indica cómo debe ser la protección para cada elemento de la subestación; entre ellos: autotransformadores, barras, transformadores reductores, salidas de líneas, enlaces de barras, etc.

En resumen, la Norma señala los equipos en corriente alterna y corriente continua que conforman los Sistemas de Servicios Auxiliares, así como la configuración de conexión de los mismos (diagrama unifilar). Ver anexos 5 y 6.

3.2. Revisión de los Sistemas de Servicios Auxiliares de la Norma 230T de CADAFE

Al revisar la Norma 230T de CADAFE, y comparándola con la realidad actual, se encuentran varios puntos en los que se debe hacer hincapié para realizar un diseño óptimo de servicios auxiliares:

- La Norma indica que la capacidad máxima de una subestación Nodal 230T es de 400 MVA; sin embargo en la actualidad, se está operando con una capacidad instalada de hasta 600 MVA por subestación; esto implica que se requiera un Sistema de Servicios Auxiliares de mayor capacidad y más confiable dado que las subestaciones manejan mayores bloques de energía. Por ello, si se presenta una falla que derive en la pérdida de la subestación, se perderían grandes cantidades de flujo de potencia en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
- La Norma señala que los motores de los seccionadores son alimentados en corriente alterna mientras que hoy en día son alimentados en corriente continua.
- En la Norma se establece que los interruptores emplean un sistema de compresión de aire, correspondiendo este a una carga de corriente alterna; sin embargo, en la práctica actual esto no aplica, dado que se emplean motores carga resorte para el mando del interruptor, cuya alimentación es en corriente continua.
- El empleo de relés multifuncionales ha implicado un aumento en los requerimientos en el Sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua (a nivel de carga y confiabilidad), dado que anteriormente se empleaban relés electromecánicos, los cuales debido a su característica de funcionamientos no requieren fuentes externas de alimentación.

- En la actualidad se emplea un sistema de control numérico para los sistemas de control, protección, medición y alarma; el cual involucra un mayor requerimiento al sistema de corriente continua.
- La Norma especifica baterías del tipo plomo - ácido para el sistema de telecomunicaciones (mando y medición a distancia); sin embargo, en la actualidad es común el uso de baterías níquel-cadmio ubicadas en la propia Sala de Alta Frecuencia de la Casa de Mando , ya que las mismas son selladas, de dimensiones reducidas y requieren poco mantenimiento.
- En la actualidad se emplea un sistema de control distribuido que involucra el uso de Casas de Adquisición de Datos (Casas CAD) , lo que implica el aumento de cargas en corriente continua y alterna.
- Para el sistema de iluminación de emergencia exterior la norma apunta el uso de atriles móviles con reflectores; actualmente, es común utilizar reflectores ubicados en torres de alumbrados alimentados de la barra esencial y otros de la no esencial.
- En las nuevas subestaciones tipo Nodal 230T de CADAFFE se está utilizando una interfaz hombre maquina, la cual forma parte del sistema de control. Se alimenta por corriente alterna. El funcionamiento de esta interfaz debe ser continuo, es decir, no se puede perder a consecuencia de una interrupción del sistema de alimentación. Por esta razón se utilizan sistemas ininterrumpibles de energía (inversores, UPS), el cual estará alimentado del sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua.
- Actualmente CADAFFE además de las casas de adquisición de datos, casa de mando, casa diesel y caseta de vigilancia; está haciendo la instalación de: centro de mantenimiento, talleres, casetas de telecomunicaciones, que requieren

alimentación por parte del sistema de servicios auxiliares en corriente alterna y continúa.

- Para las nuevas subestaciones se está exigiendo, por razones de control ambiental, el uso de plantas de tratamiento de aguas servidas, lo que implica una carga adicional al Sistema de Servicios Auxiliares en corriente alterna.
- Es común la instalación de sistemas de extinción de incendios de las unidades de transformación, ya sea por inyección de nitrógeno en la cuba de los transformadores o por sistema de rocío de agua a alta presión. Todos estos sistemas requieren alimentación eléctrica adicional a la prevista en la Norma.
- Actualmente las subestaciones tipo Nodal 230T de CADAFE, se complementan con niveles de 13,8 kV y 34,5 kV para distribución, a través de celdas metalclad o tipo exterior; esto conlleva a que se deban alimentar una serie de equipos por parte del Sistema de Servicios Auxiliares que no estaban explícitamente contemplados en la Norma, por tal razón es necesario diseñar el Sistema de Servicios Auxiliares incorporando estas cargas ya sea que los patios de distribución se construyan contractualmente o a futuro.
- En la práctica, se suelen hacer arreglos a la configuración estándar de la subestación Nodal 230T para usarla como subestación de generación, lo que implica que el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares deba tener una mayor confiabilidad y capacidad.
- La Norma indica las capacidades de los transformadores de Servicios Auxiliares y la planta de emergencia diesel, las cuales son de 600 kVA para los transformadores de 13,8/ 0,48 kV y 150 kVA para el de 480 / 280 V y de 300 kW la de la planta Diesel; sin embargo por lo mencionado en los puntos anteriores, se

debe realizar el respectivo estudio de cargas ya que las capacidades de estos equipos actualmente tienden a aumentar quedando reemplazadas por transformadores y plantas diesel de mayor capacidad.

- La recomendación de la Norma, referente a los equipos de corriente continua debe ser considerada de otra manera, debido a que el Sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua debe disponer de una mayor confiabilidad, porque como se mencionó anteriormente todo el sistema secundario de la subestación estará alimentado por este; de allí que hoy en día las capacidades de los rectificadores y bancos de baterías necesariamente deban ser de capacidades superiores.

Los comentarios realizados en estos puntos, que ponen de relieve las carencias de la Norma, se basan en las revisiones realizadas a: las especificaciones particulares actuales de CADAFE para un subestación Tipo Nodal 230T, trabajos realizados por DEPROEX, levantamientos de campo. En el capítulo IV se desarrollará las recomendaciones para el diseño óptimo de Servicios Auxiliares tomando en cuenta las nuevas tecnologías, según el análisis realizado anteriormente.

CAPÍTULO IV

4. RECOMENDACIONES PARA REALIZAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES. SUBESTACIÓN TIPO NODAL 230T CADAFE.

Las nuevas tecnologías que están asociadas a los Sistemas de Servicios Auxiliares abarcan como se expresó en el capítulo anterior, el nuevo equipamiento de las subestaciones, las nuevas características de los equipos de patio, la utilización del sistema de control numérico, los cambios al esquema típico de la subestación Tipo Nodal 230T, cargas eléctricas de nuevas edificaciones, sistemas de telecomunicaciones (telemando y teleproteccion).

Estos factores no están previsto en la Norma 230T para el diseño de los Servicios Auxiliares, debido que al momento de su elaboración (emisión año 1979) no existían estos parámetros y consideraciones.

Un factor relevante encontrado en la revisión y análisis de la Norma, corresponde con la importancia específica de los Servicios Auxiliares en corriente continua, incluyendo las barras principales, equipos asociados y la forma de alimentar cada una de las cargas, ya que por este sistema se suministra la energía a los sistemas secundarios de la subestación: protecciones, sistemas de control, telecomunicaciones, accionamiento y polarización de equipos de patio. Con lo mencionado anteriormente no se le está restando importancia al Sistema de Servicios Auxiliares en Corriente Alterna; más bien, el adecuado diseño del mismo implicará el correcto funcionamiento del Sistema de los Servicios Auxiliares en Corriente Continua. Además, es necesario considerar que existe un número de cargas alimentadas en corriente alterna que cumplen una función importante en la operatividad de la subestación.

Las recomendaciones para el diseño de los Sistema de Servicios Auxiliares típicos de las subestaciones Nodal 230T de CADAFE, se abordarán punto a punto y se desarrollarán de la siguiente manera: Primero se realizarán las recomendaciones para los criterios de selección y cantidad de las fuentes de alimentación a la barra de corriente alterna, seguida por los equipos y sistemas intermedios, hasta llegar a la alimentación en corriente continua.

4.1. Fuentes de alimentación

Como se mencionó en capítulos anteriores los criterios para el diseño de los servicios auxiliares son: flexibilidad, confiabilidad y seguridad; pero para lograr diseñar bajo estos criterios es muy importante tomar en cuenta las fuentes con las cuales se alimentarán las barras principales del sistema de servicios auxiliares.

Por lo analizado en el capítulo anterior, se recomiendan las siguientes alternativas para la alimentación de energía de los servicios auxiliares

4.1.1. Alternativa N° 1

Uso de los dos terciario de los Autotransformadores, conectados en barras diferentes, ver figura 3, más la planta de emergencia diesel. Este esquema sólo sería recomendado en caso de aquellas subestaciones que inicialmente no contemplen patios de de transformación en media tensión, y que no exista la disponibilidad de una línea de distribución; aunque la Norma lo establece, más adelante se mencionará el porqué se debe evitar el uso de líneas de media tensión como alimentación normal de los servicios auxiliares.

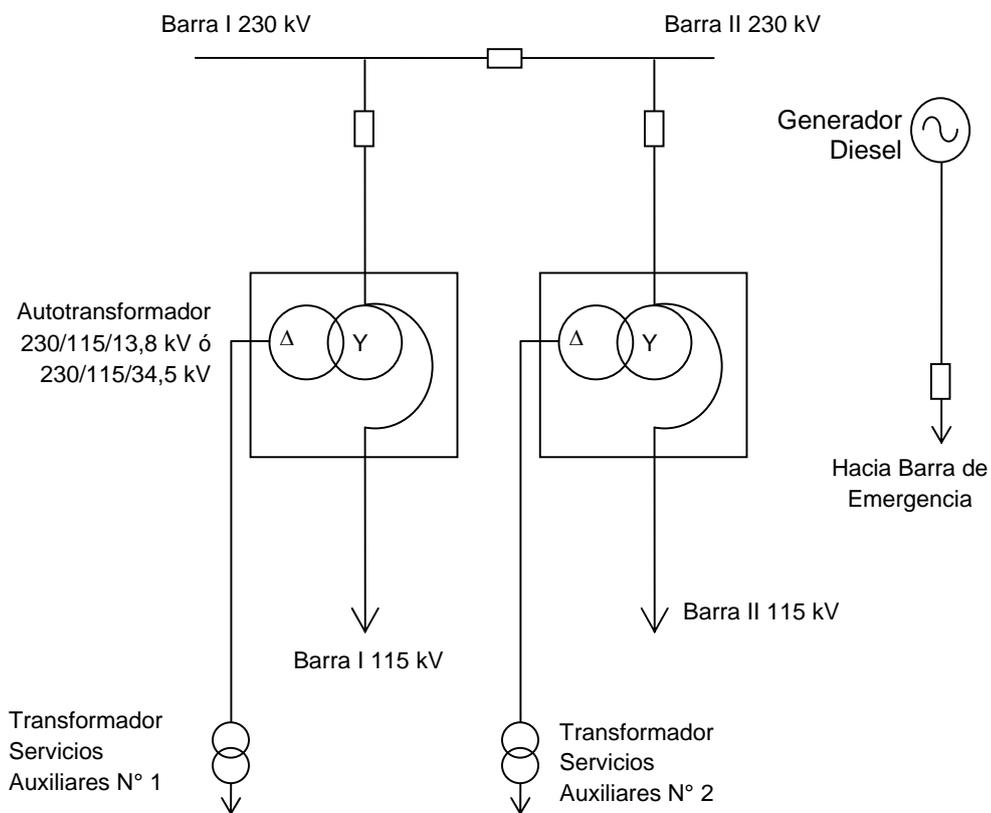


Figura 3 Alimentación a través de los terciarios de los autotransformadores

4.1.2. Alternativa N° 2

Un terciario de un Autotransformador, otra proveniente de uno de los patios de media tensión, ver figura 4 y la planta de emergencia Diesel. Esta alternativa aplicaría en el caso de subestaciones que presenten un patio de media tensión, ya sea en 34,5 kV ó 13,8 kV. Ambas alimentaciones deben provenir de barras diferentes (alimentación cruzada) a fin de tener el mayor grado de confiabilidad.

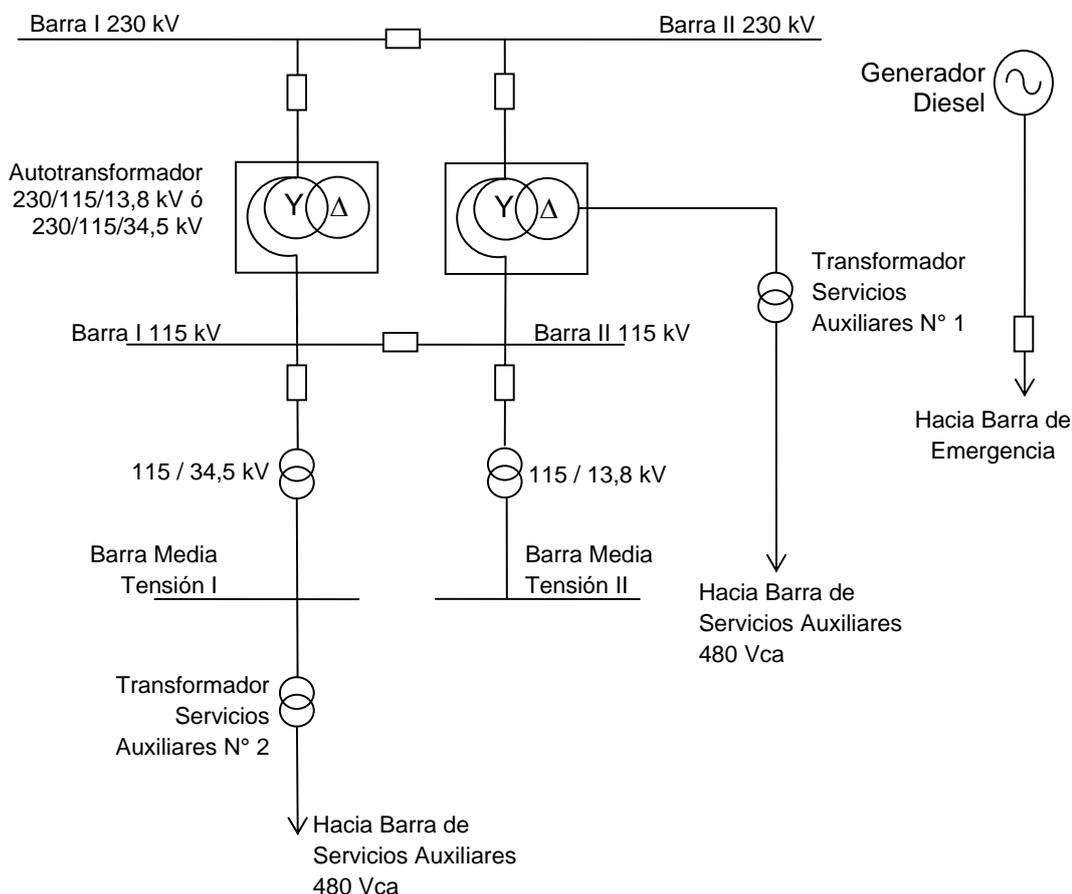


Figura 4 Alimentación a través del terciario de un autotransformador y la barra de media tensión.

4.1.3. Alternativa N° 3

Dos alimentaciones desde cada una de las barras de media tensión, ver figura 5 y una planta diesel. Esta alternativa aplicaría en el caso que los terciarios no se encuentren disponibles o no puedan ser utilizados; por ejemplo, se encuentren conectadas reactancias o transformadores de puesta a tierra al devanado terciario. Por confiabilidad, la alimentación debe ser de forma cruzada o de barras diferentes.

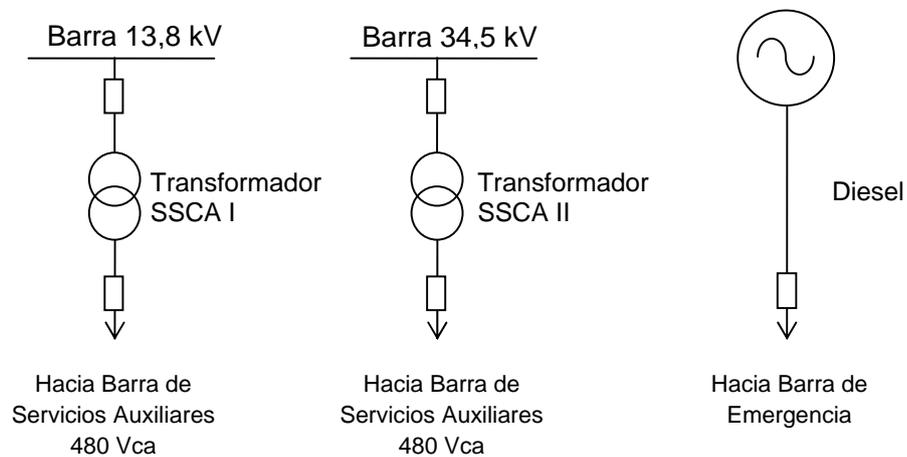


Figura 5 Alimentación a través de las barras de media tensión

4.1.4. Alternativa N° 4

Utilizar cuatro (4) fuentes de alimentación de energía: que pueden ser desde los terciarios de los autotransformadores, barras de media tensión o combinación de ambas, como fuente principal y como fuente de emergencia se incluirá una línea de distribución ó una alimentación proveniente de la planta de generación y la planta diesel (ver figura 6) . Esta configuración es recomendada para subestaciones que manejan grandes bloques de energía. En caso de que la subestación se encuentre anexa a una planta de generación, la línea de alimentación externa puede ser sustituida por una alimentación proveniente de ella.

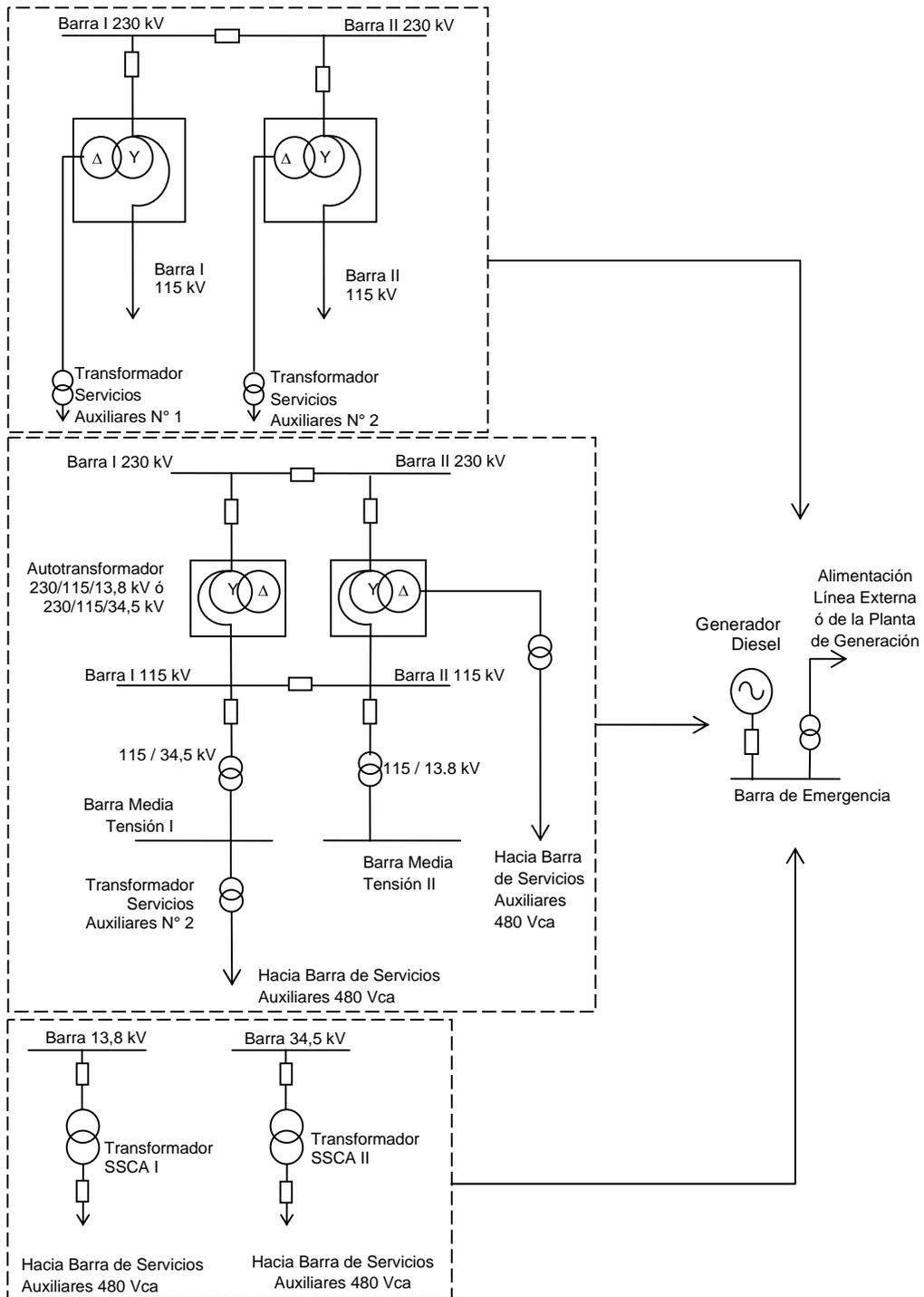


Figura 6 Alimentación a través de 4 fuentes de alimentación

Entre otras recomendaciones relacionadas a la alimentación de los Sistemas de Servicios Auxiliares tenemos:

- Se debe tener sumo cuidado en utilizar líneas de distribución externas como medio de alimentación de energía a los Sistemas de Servicios Auxiliares, debido a que estas líneas usualmente no son “limpias”; es decir, alimentan a otros centros de cargas, no se tienen control directo sobre ellas, además de ser susceptibles a fallas.

Una ventaja de alimentar los servicios auxiliares desde los patios de media tensión (barras de 34,5 kV ó 13,8 kV), radica en el hecho que la barra de 115 kV puede estar alimentada a través de una ó mas salidas de línea; ya que las salidas que pueden estar inyectando un flujo de potencia a la subestación, garantizando de esta manera la continuidad de la alimentación de energía.

La Norma no contempla ni menciona regulación automática de tensión en la alimentación de los servicios auxiliares, por lo que se recomienda en este trabajo el uso de transformadores reguladores, aguas abajo del elemento de alimentación, ya que estos ayudan a mejorar la calidad de los niveles de tensión con que serán alimentados los Sistemas de Servicios Auxiliares.

4.2. Barras del Sistema de Servicios Auxiliares:

Según la Norma, el Sistema de Servicios Auxiliares presenta una barra seccionada a 480 V, una barra seccionada a 208 V y la barra de corriente continua.

Las recomendaciones a realizar se mostrarán por cada una de las barras mencionadas o niveles de tensión:

4.2.1. Barra a 480 V:

Para este nivel de tensión se presentan se presentan dos alternativas:

4.2.1.1. Alternativa 1

Eliminar el nivel de tensión 480V, desapareciendo la barra de 480 V del sistema de servicios auxiliares. Esta recomendación se realiza partiendo de las siguientes premisas: las cargas que operan a este nivel de tensión son muy pocas (sistema de refrigeración de los Autotransformadores, tomas para las plantas de tratamiento de aceite, rectificadores, entre otras), y que se alimentan directamente de la barra de 480V. Sin embargo todo el equipamiento que requiere este nivel de tensión hoy en día puede solicitarse a un nivel de 208 V. El beneficio de realizar esta alternativa es que la mayoría de las cargas están conectadas a un mismo nivel de tensión brindado mayor confiabilidad y seguridad, además de que tener dos transformadores menos (ya que no se necesitarían los transformadores de media tensión a 480/208 V). Esta recomendación requiere el uso de conductores de mayor calibre (por corriente y caída de tensión) en las cargas que anteriormente iban a ser conectadas desde el sistema de 480 V; incluyendo los alimentadores que van desde los transformadores de servicios auxiliares hasta el tablero de Servicios Auxiliares de 208 V.

4.2.1.2. Alternativa 2

Dejar la barra de 480 V, pero en este caso se recomienda hacer un mejor uso a esta barra y aumentar la confiabilidad en este nivel de tensión. También se prevé conectar mayor cantidades de cargas, por ejemplo la iluminación exterior del patio, ya que esta tiene un consumo bastante alto. Para logra este fin se propone:

Un Centro Principal de Distribución de uso Normal, el cual será alimentado desde dos transformadores trifásicos. Cada transformador estará energizado desde fuentes distintas energía; ya sea desde los Terciarios de Autotransformadores 230/115/13,8 kV, y/o Barra en 34,5 kV y/o Barra en 13,8 kV o una combinación de ambos, dependiendo de la disponibilidad y de la configuración inicial de la subestación. Cada uno de estos alimentadores estará conectado a una sección de barra distinta del Centro de Distribución, mediante un circuito trifásico, 4 hilos en 480 Y-277 V y serán protegidos con interruptores. Se dispondrá de un interruptor de enlace entre las dos secciones de barra y un sistema de transferencia automática, que en caso de falta de tensión en una de las secciones de barras, ordenará la apertura del interruptor principal de dicha barra y el cierre del interruptor de enlace de barras. Tal como se indica en el esquema propuesto (ver figura N° 7).

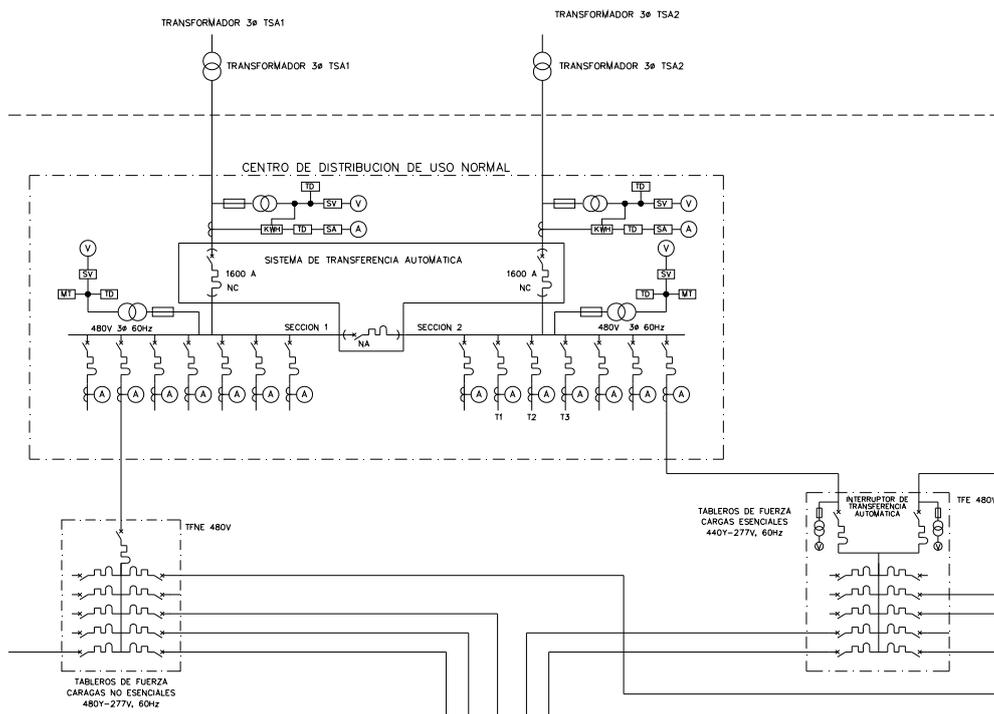


Figura 7 Centro de Distribución de Uso Normal 480 Vca

El Centro Principal de Distribución Normal alimentará las siguientes cargas:

- Tomas de Potencia en 480 Vca., ubicadas en el patio de alta tensión.
- Bombas de cada uno de los Autotransformadores.
- Tablero de Fuerza de Cargas No Esenciales: TFNE 480V
- Tablero de Fuerza de Cargas Esenciales: TFE 480V
- Otras.

El Sistema de 480 Vac también estará compuesto por un Centro de Distribución “E”, alimentado desde una planta diesel (Grupo Electrónico). En caso de falla de tensión en las dos (2) secciones de barra del Centro de Centro Principal de Distribución Normal los relés de mínima tensión del Centro de Centro Principal de Distribución Normal ordenará el arranque automático de la unidad diesel.

Dependiendo de la importancia de la instalación, se prevé conectar a esta barra, a través de un transformador, un circuito de distribución externo a la subestación caso de estar disponible o una alimentación proveniente de una planta de generación. Este circuito sólo se utilizará en caso de contingencias mayores y su conexión será de manera manual, pero con enclavamientos mecánicos.

Para una mejor distribución de los alimentadores a cada una de las cargas, se propone la instalación de dos tableros de distribución en 480 Vac: Tablero de Fuerza de Cargas No Esenciales (TFNE 480V) y Tablero de Fuerza de Cargas Esenciales (TFE 480V)

El Tablero de Fuerza de Cargas No Esenciales (TFNE 480V) estará conectado al Centro Principal de Distribución Normal y desde este se alimentarán las cargas no esenciales o de Servicio Normal: iluminación exterior normal, dos rectificadores para 110 Vcc, un rectificador en 48 Vcc, un transformador 480/208 V, el cual alimentará una sección de la barra en 208 V.

El Tablero de Fuerza de Cargas Esenciales (TFE 480V) estará conectado al Centro Principal de Distribución Normal y al Centro de Distribución "E". Desde este se alimentarán las cargas esenciales: iluminación exterior de emergencia, dos rectificadores para 110 Vcc, un rectificadores en 48 Vcc, un transformador 480/208 V, el cual alimentará la otra sección de la barra en 208 V.

Una vez analizado el esquema unifilar general de servicios auxiliares especificado por CADAPE en su Norma 230T y según el análisis expuesto en el capítulo III, se propone que dentro de las recomendaciones presentadas a través de estas dos alternativas, la alternativa más conveniente por razones de seguridad, confiabilidad y flexibilidad es la alternativa N° 2; Es decir se mantendrá el sistema de 480 Vca.

4.2.2. Barra a 208V:

Para este nivel de tensión se presentan dos alternativas, según sea el tipo de subestación.

4.2.2.1. Alternativa 1

Eliminando el nivel de 480 V, si se implementa esta práctica se recomienda que para el diseño del sistema de servicios auxiliares se tome en cuenta las siguientes consideraciones, primero ésta barra estará compuesta por una barra seccionada, donde una será la barra de cargas esenciales ha manera que cuando exista una contingencia se pueda realizar el respectivo bote de carga, ambos alimentadores que vendrían de los transformadores de servicios auxiliares estarán enclavados y bajo una lógica de control que no permita la operación en paralelo, estos estarán conectado cada uno a cada una de las barras. El dimensionamiento de los transformadores se debe hacer en función de que cada uno sea capaz de aguantar toda la carga correspondiente a los Sistemas de Servicios Auxiliares. Para subestaciones importantes o que manejen grandes flujos de potencia, se recomienda agregar una cuarta fuente de alimentación al sistema, y así tener un respaldo otro respaldo de emergencia además del diesel en caso de una emergencia, esta cuarta fuente puede ser una línea de distribución una alimentación proveniente de la planta de generación.

4.2.2.2. Alternativa 2

Como se comentó anteriormente de la alternativas la más recomendable es trabajar con la barra de 480Vca, pero con dos centros de distribución un normal y otro de emergencia, y dos tableros de fuerza a 480V uno esencial y otro no esencial. Se utilizará una de las alimentaciones de de los tableros TFNE 480V y TFE 480V, para energizar cada sección de barras a 208 V, mediante un circuito trifásico, 4 hilos en 208 Y-120V y serán protegidos con interruptores. Se dispondrá de un interruptor de enlace entre las dos secciones de barra y un sistema de transferencia automática, que en caso de falta de tensión en una de las secciones de barras, ordenará la apertura del interruptor principal de dicha barra y el cierre del interruptor de enlace de barras. Los transformadores a utilizar son del tipo seco con el siguiente nivel de tensión

480/208 V. La Norma indica que la capacidad de estos transformadores debe ser 150 kVA, sin embargo se recomienda realizar un estudio de cargas, debido a que actualmente las subestaciones del tipo Nodal 230T pueden requerir de transformadores de 350 kVA para alimentar la barra a 208V; además para la estimación de cargas se debe tener en cuenta que los transformadores deben ser capaces de soportar toda la demanda de la barra.

Desde la barra a 208 V se alimentarán las siguientes cargas:

- Cambiador de tomas Autotransformadores (carga esencial).
- Alimentación para tableros de corriente alterna Casas de Adquisición de Datos (carga esencial).
- Inversor S.C.N. (carga esencial).
- Tablero Casa Diesel (carga esencial).
- Armario de patios, calefacción, iluminación y fuerza (carga esencial).
- Servicios Tableros de la Casa de Mando (carga esencial).
- Tablero general de iluminación y fuerza de la Casa de Mando (no esencial).
- Tablero general de iluminación y fuerza Caseta de Vigilancia (no esencial).

- Tableros generales de otras edificaciones (carga no esencial).
- Sistema Hidroneumático (carga no esencial).
- Sistemas de tratamiento de Aguas Servidas (carga no esencial).

Estas son las recomendaciones referentes a la barra de 208 Vca, como se menciono anteriormente, la alternativa que se recomienda a seguir es la dos debido a que su aplicación se basa en dejar el nivel de 480 Vca. Para su mejor comprensión, ver figura 8.

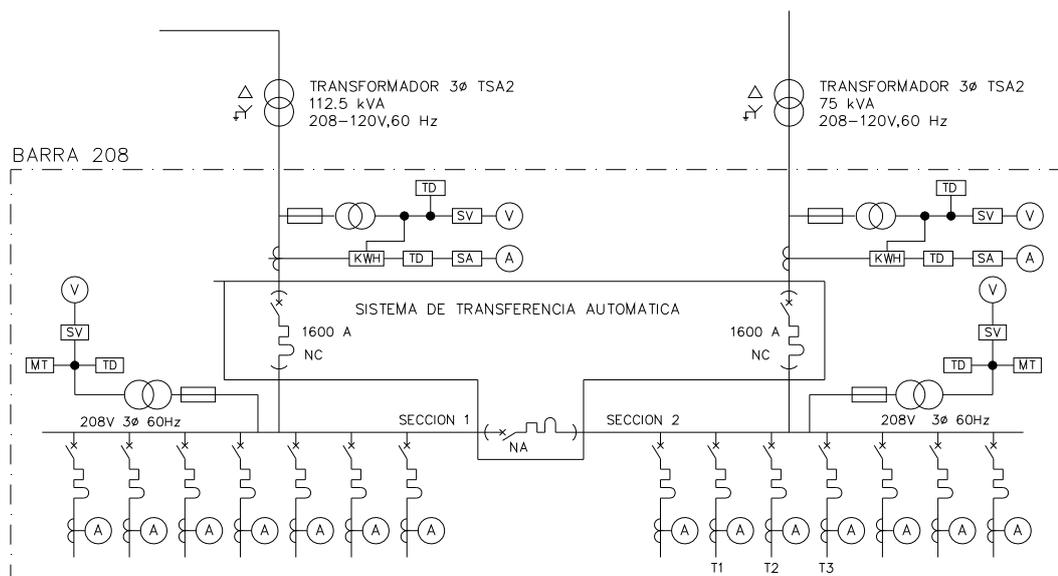


Figura 8 Barra 208 Vca

4.3. Barra en Corriente Continua

Como se mencionó al principio de este capítulo, el Sistema de Servicios Auxiliares que debe poseer mayor confiabilidad es el de corriente continua, debido a que alimenta al sistema secundario de la subestación y tomando como base algunos de los puntos analizados en el capítulo III, los cuales indican que: actualmente la subestación dispone de un sistema de control numérico que es alimentado a través del Sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua, nuevos relés multifuncionales que se polarizan con tensión continua, los mandos de seccionadores e interruptores que se alimentan en corriente continua. Estas consideraciones para el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua no están incluidas en la Norma debido a su obsolescencia, acarreado que no se tomen en cuenta estos factores.

Las cargas que estarán conectadas a la barra de 110 Vcc serán:

- Alimentación sistema de control numérico.
- Alimentación Inversor del Sistema de control numérico.
- Iluminación de emergencia Casa de Mando.
- Sistema de alarmas.
- Alimentador Unidad de Adquisición de Datos.
- Polaridad de control de interruptores SSAA-CA.
- Alimentador SWITCH ETHERNET sistema de control.

- Alimentador SWITCH sistema de protecciones.

- Control Casas de Adquisición de Datos el cual comprende las siguientes cargas:
 - Anillo alimentación polaridad disparo y cierre interruptor y seccionador.

 - Anillo alimentación interruptores.

 - Anillo disparo bobinas.

 - Anillo protección principal.

 - Anillo protección secundaria.

 - Anillo de barras y protección secundaria de barra y falla interruptor.

 - Anillo señalización y medición.

 - Alimentación equipos de teleproteccion.

 - Anillo SWITCH ETHERNET sistema de control.

 - Alimentación iluminación de emergencia casa de adquisición de datos.

- Iluminación de emergencia casas de adquisición de datos.

En base a lo mencionado y considerando la importancia de las cargas conectadas a esta barra, se recomienda principalmente para el sistema de servicios auxiliares en 110 Vcc, el uso de un sistema doble barra en vez de usar una barra; esto genera mayor confiabilidad y flexibilidad al sistema; permitiendo que las cargas sean alimentadas por las dos barras, a manera que si no se dispone de una barra ya sea por una falla o mantenimiento, la otra se encargará de suministrar la energía que requiera el sistema.

Además como se comentó en el capítulo III, hoy en día el sistema de control es del tipo distribuido, lo que implica el uso de Casas de Adquisición de Datos. Cada una de las casas deben disponer de un minicentro de control, el cual el sistema de control numérico se encarga de monitorear, estos minicentros requieren una alimentación del sistema en corriente continua, al utilizar un sistema de doble barra, se suministra mayor confiabilidad para los minicentros de estas casas. También la iluminación de emergencia de estas edificaciones se realizará a través del sistema de corriente continua, que viene directamente alimentada del centro de distribución de corriente continua que se encontrará localizado en las casas de adquisición de datos.

La implementación de un sistema doble barra en corriente continua, implicará el uso de: doble banco de baterías y cuatro rectificadores. El banco de baterías estará compuesto por baterías del tipo plomo-acidas con las características mencionadas en el capítulo III en el punto 3.1, específicamente en el numeral 5.4; el cálculo de estos bancos se debe realizar considerando todo el nuevo grupo de cargas que estarán relacionadas a él, y tomando en cuenta que como es un sistema doble barra cada banco debe soportar la misma carga. En relación a los rectificadores se deben utilizar cuatro rectificadores, instalados de la siguiente manera: dos de ellos serán alimentados del tablero de cargas esenciales a 480V (TFE 480V) y los otros del

tablero de cargas no esenciales (TFENE 480V), la alimentación a cada barra será cruzada, es decir, cada barra se alimentará a través de un rectificador alimentado del tablero esencial (TFE 480V) y de otro alimentado del tablero (TFENE 480V) . Para la mejor comprensión de lo indicado en este párrafo ver figura 9:

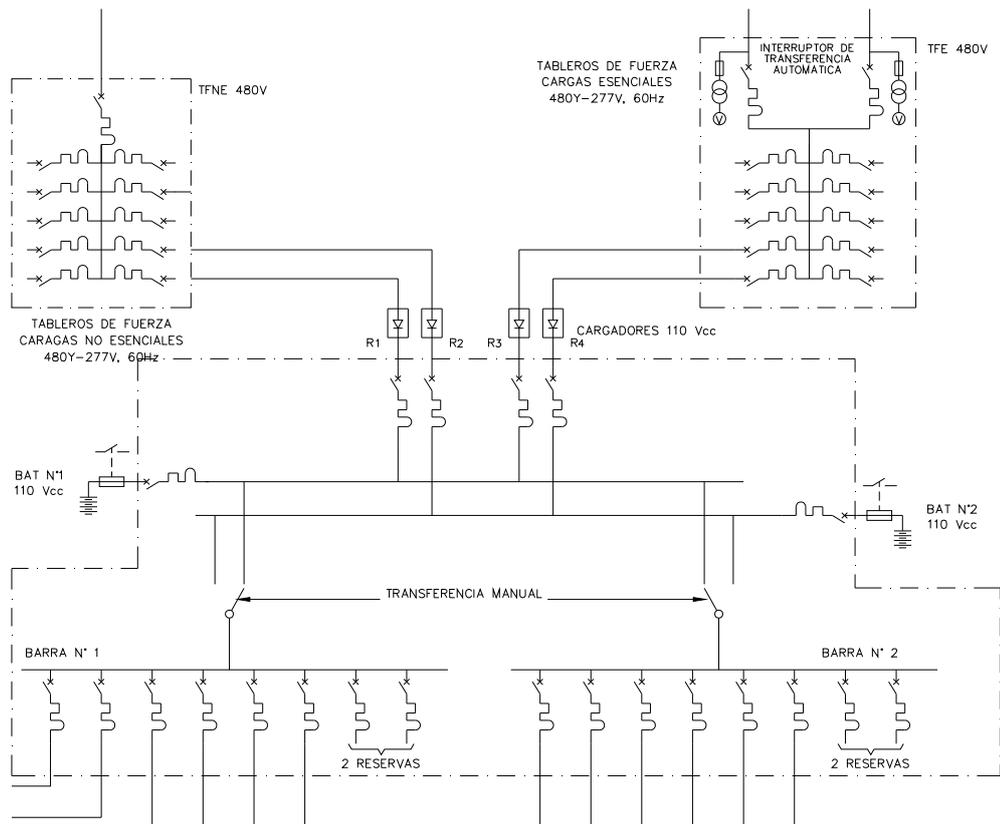


Figura 9 Esquema de alimentación del sistema de servicios auxiliares en corriente continua. Sistema Doble Barra.

El Sistema de Servicios Auxiliares en corriente continua tiene actualmente otro componente debido a los nuevos requerimientos del sistema de telecomunicaciones (telemando y medición a distancia), este componente es la barra de 48Vcc. Los especialistas encargados de monitorear este sistema desean que todos sus equipos estén ubicados en el mismo ambiente, el cual será la Sala de Alta

Frecuencia. El uso de baterías del tipo alcalinas o mejor conocidas como las de níquel-cadmio, permite que todos los elementos que componen el sistema de telecomunicaciones queden ubicados en el mismo lugar; porque las baterías de este tipo son selladas, no desprenden gases, además de requerir un menor mantenimiento. El esquema de la barra de 48Vcc es del tipo simple barra, y no por ser menos importante que el anterior, si no porque al usar baterías secas la salida de una barra por mantenimiento es nula; la alimentación de la barra a 48 Vcc se realizará a través de dos rectificadores; uno alimentado del tablero (TFE 480V) y el otro del tablero (TFENE 480V). La instalación del banco de baterías de 48 Vcc en la Sala de Alta Frecuencia, permite la instalación del segundo banco de baterías a 110 Vcc en la sala de baterías, sin necesidad de aumentar el espacio físico de esta sala (ver figura 10).

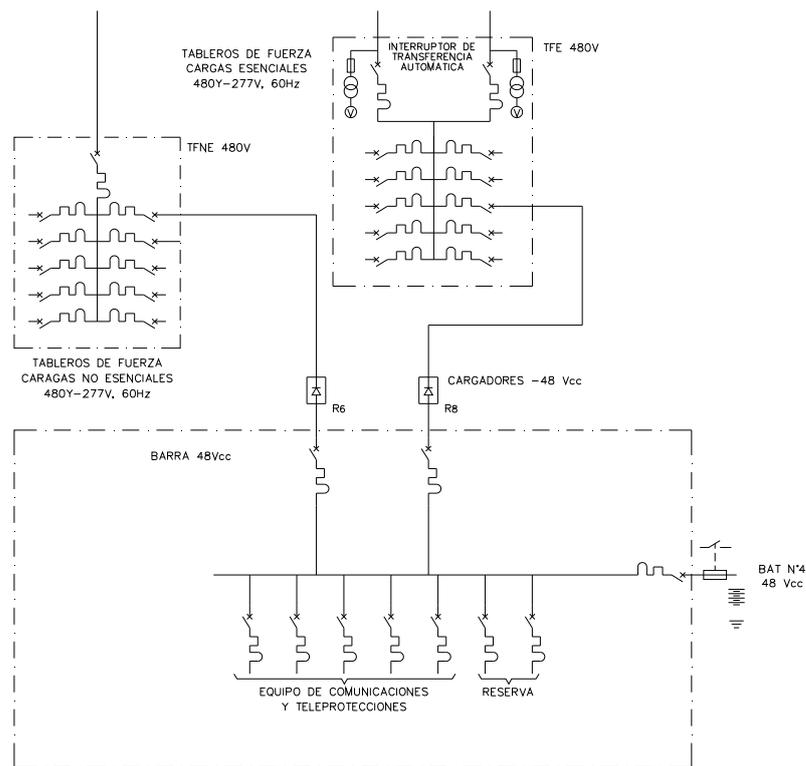


Figura 10 Banco de Baterías Alimentación de Servicios Auxiliares en Corriente Continua a 48 Vcc .

La transferencia para los sistemas de servicios auxiliares en corriente continua se recomienda hacerla del tipo automática, ya que hoy en día, por los recursos tecnológicos es posible realizarla de esta manera. Sin embargo no se puede descartar el uso de la transferencia manual, esto porque en el caso de presentarse una falla en la transferencia automática se podría operar en forma manual.

4.4. Centro de Emergencia (Generador Diesel)

Las recomendaciones entorno a este punto parte de la recomendación realizada sobre los Sistemas de Servicios Auxiliares a 480V, la cual plantea el uso de dos centros de distribución, uno de operación normal y otro de emergencia. El generador diesel alimentará el Centro de Emergencia (Centro de Distribución “E”), está compuesto por cargas esenciales de 480 V alimentadas directamente de la barra de emergencia y un alimentador que energiza al tablero de Cargas Esenciales de 480V (TFE 480V). Este sistema funcionara de la siguiente manera: al momento de una falla que impida el uso de las fuentes de alimentación del Centro de Distribución de Uso Normal el sistema de control por medio de los relés emitirá una señal para que comience a operar el generador diesel.

Para este centro de distribución de emergencia, es importante mencionar el uso de una cuarta alimentación para subestaciones que manejan grandes bloques de potencia y las anexas a una planta de generación. Como se mencionó en el punto donde se trataban las alternativas para la alimentación del sistema de servicios auxiliares; esta puede ser la de una línea externa o una que provenga de la planta de generación.

La cuarta alimentación, se incluirá en el centro de emergencia, y la lógica por la cual funcionará este centro será: cuando el sistema de control detecte una falta de alimentación en el centro de distribución de uso normal, enviará una alarma que

arranque el sistema diesel; en caso de que el sistema diesel presente falla o no se logre su arranque, el operador realizará la transferencia manual para que esta barra de emergencia se alimente de la cuarta fuente. Este esquema se puede apreciar mejor en la figura 11.

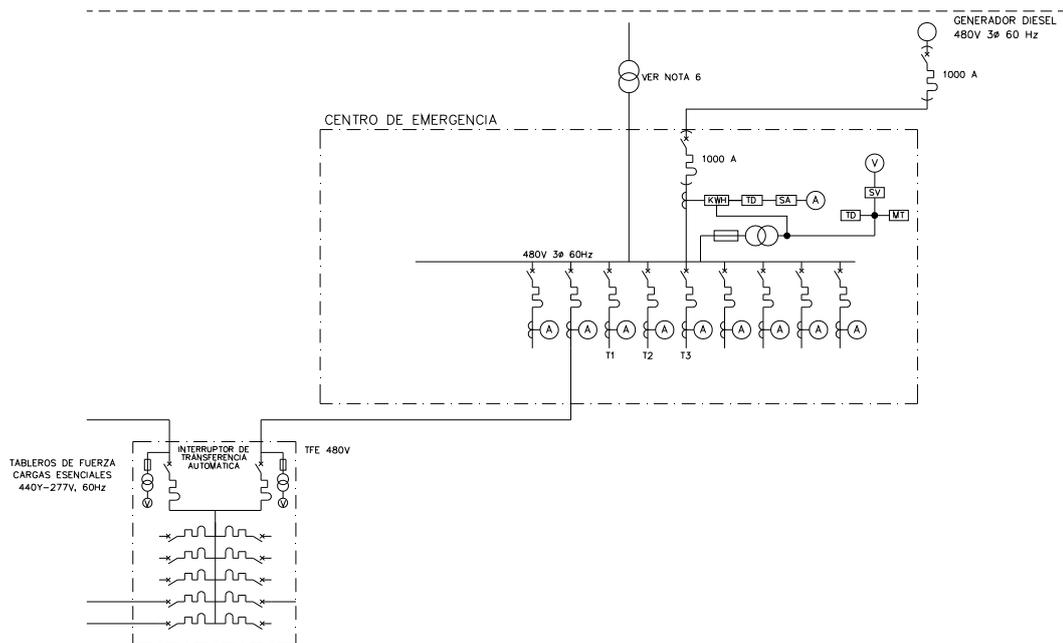


Figura 11 Esquema de Alimentación del Sistema de Servicios Auxiliares. Barra de Emergencia

4.5. Bote de Carga

Esta recomendación parte de, que a la hora de una emergencia es necesario hacer botes de cargas en el sistema de los servicios auxiliares. Estos permitirán que durante una emergencia solo se alimenten las cargas esenciales de la subestación, evitando así sobrecargas en el sistema de emergencia de los servicios auxiliares: el generador diesel y los bancos de baterías.

En el caso del generador diesel, la implementación de un sistema distribuido como el que se ha recomendado para las barras de 480 V, permite el bote de carga de una forma segura y rápida, debido al uso de los tableros a 480V el (TFE 480V) y (TFENE 480V), porque al momento de una contingencia, como el tablero esencial será del tipo doble barra y el único alimentado por el Centro de Emergencia, al ocurrir de una falta de energía en el centro de distribución de uso normal y arranque el diesel este será alimentado el único tablero que se energizara.

Para los banco de baterías como se ha repetido en puntos anteriores, las cargas de este deben contemplarse todas al momento de su dimensionamiento, ya que ninguna de estas debe faltar a la hora de una emergencia, porque alimentan el sistema secundario de las subestaciones. El único bote de cargas que se recomienda en este caso es la iluminación de emergencia y esto se puede realizar con la colocación de swiches en el sistema de alumbrado de emergencia de las edificaciones a manera que solo se enciendan las que ameriten en determinado momento.

4.6. Protecciones del Sistema de los Servicios Auxiliares:

En este caso la Norma en el numeral 5 inciso 5.6 indica una serie de funciones y alarmas que se deben generar para solucionar las fallas involucradas al Sistema de Servicios Auxiliares. Sin embargo hoy en día el sistema de control numérico en conjunto con los relés multifuncionales, se encarga de procesar todas estas señales y tomar las medidas correctivas a la hora de presentarse una falla, aunque el mismo opera bajo la misma filosofía que expresa la Norma. Una recomendación que aplica a este punto, es que es importante que los especialistas en coordinación de protecciones realicen un estudio de coordinación y selectividad ya que una de las fallas que se pueden presentar en los Servicios Auxiliares es la falta de coordinación que pueda existir en los interruptores y relés que componen este sistema. Este tópico de coordinación no se abordará en este trabajo ya que es motivo

para un estudio completo de él, aquí se están realizando las recomendaciones pertinentes para realizar un diseño óptimo y acorde a nuevas tecnologías del sistema de servicios auxiliares para la subestación Nodal 230T de CADAFE.

4.7. Conductores:

La norma indica el uso de conductores THW para los conductores que formaran parte del sistema de servicios auxiliares, sin embargo es recomendable y practica actual utilizar conductores EPR, ya que estos manejan un porcentaje mayor de corriente debido al aislante utilizado. Además como son conductores que van hacia el patio o están en canales de cables, lo que implica que pueden estar expuestos a factores externos, es necesario un aislante más resistente, evitando así fallas que se puedan generar por el deterioro del mismo y que puedan comprometer al sistema de servicios auxiliares.

4.8. Otras Recomendaciones

Entre otras recomendaciones se presentan las siguientes:

Empleo de lámparas de bajo consumo y balastos electrónicos.

Independizar el sistema de aire acondicionado del tablero general de la Casa de Mando, instalando un tablero de aire acondicionado con doble barra. Una barra se alimentará desde la sección de barra esencial a 208 Vca y la otra alimentada por la sección de barra no esencial. De esta forma, en caso de emergencia se tendrá las condiciones mínimas de climatización.

Alimentar la mitad de los reflectores de cada torre de iluminación exterior desde un circuito proveniente del Tablero TFENE 480 Vca y la otra mitad desde el tablero TFE 480 Vca. Es decir, en caso de emergencia existirá un nivel mínimo de iluminación exterior respaldada desde el TFE, en el cual se encuentra asociado Centro de Emergencia.

Para concluir este capítulo se señala que la intención es adecuar el esquema de los sistemas de servicios auxiliares especificado en la Norma Nodal 230T de CADAFE (ver anexo 6.xx) al esquema final propuesto en este trabajo (ver anexo 6.xx) donde se toman en cuenta las consideraciones expresadas al final del Capítulo III en lo referente a la obsolescencia de la Norma, además de proporcionar mayor flexibilidad, confiabilidad y seguridad en las subestaciones Tipo Nodal 230T de CADAFE.

CAPÍTULO V

5. PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIONES.

Este capítulo presenta una estructura de procedimientos a seguir para realizar el diseño adecuado, metódico y óptimo del Sistema de Servicios Auxiliares de las Subestaciones Eléctricas, toda la serie de pasos que se mostrarán, tomarán en cuenta el análisis y recomendaciones que se realizaron en los capítulos anteriores.

Aunque este trabajo se basa en el análisis realizado al Sistema de Servicios Auxiliares de la Norma 230T de CADAFE, y las recomendaciones se emitieron tomando los puntos de caducidad sobre esta, el procedimiento a presentar se puede ajustar a las diferentes configuraciones de subestaciones de transmisión, utilizadas por CADAFE en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

El procedimiento que se expone a continuación, toma en cuenta las recomendaciones presentada en el Capítulo IV, específicamente la alternativa número 2, por ser la que asegura el mayor grado de confiabilidad, flexibilidad y seguridad para este sistema y por la posibilidad de su adaptación para otras empresas de servicio eléctrico venezolano.

Además es importante mencionar que en conjuntamente con la investigación, documentación, revisión y análisis, el presente trabajo se complemento con el diseño de programas con el software Excel, que permiten agilizar el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares.

5.1. Procedimientos para el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares:

5.1.1. Alcance de la Subestación:

El primer paso para diseñar el Sistema de Servicios Auxiliares, es conocer la subestación de forma integral; es decir, las especificaciones particulares, configuración, máximo desarrollo a futuro, la cantidad de potencia a manejar, ubicación finalidad y uso de la subestación (si es solo para transmisión, o como subestación anexa a una planta de generación), los equipos que la conformarán, la distribución de los patios, ubicación de la Casa de Mando, Casa de Adquisición de Datos y otras instalaciones.

Todos estos aspectos permitirán elegir cuál de las alternativas recomendadas para la alimentación del Sistema de Servicios Auxiliares será la más apropiada por el tipo y disposición que tendrá la subestación.

Además para el dimensionamiento correcto de los Servicios Auxiliares es necesario tener claro cuál será el alcance futuro de la subestación, ya que esto permitirá tomar en cuenta aquellas cargas que a futuro la conformarán, permitiendo y facilitando el dimensionamiento adecuado de los transformadores de Servicios Auxiliares, barras, tableros, banco de baterías y conductores.

5.1.2. Características de Consumo de equipos y sistemas de la subestación:

El siguiente paso luego de conocer el tipo disposición y equipamiento de la subestación es saber el consumo o carga de cada uno de los equipos y su característica de trabajo; es decir, investigar y establecer el consumo en VA o W de cada componente por ejemplo: sistema de refrigeración de las unidades de

transformación, motores de los seccionadores e interruptores, requerimientos del sistema de control numérico, carga de los relés multifuncionales, cargador de la planta diesel, potencia de las bobinas, equipos de protecciones.

5.1.3. Estimación de cargas de las edificaciones:

Es necesario realizar la estimación de cargas para cada uno de los tableros generales de iluminación y fuerza de las edificaciones (Casa de Mando, Casas de Adquisición de Datos, Casa Diesel, Caseta de Vigilancia). Para ello en primer lugar es necesario la revisión de las especificaciones particulares para chequear el número de tomas de fuerza 120 V que se deben colocar en cada edificación y bajo que consumo de potencia se deben diseñar, número de tomas trifásicas a colocar y bajo que consumo, cantidad y potencia y filosofía de operación de aires acondicionados en la edificación que aplique, cálculo luminotécnico para conocer el número de lámparas a colocar en cada área de la edificación que cumplan con los lux requeridos en las especificaciones particulares y otras cargas (Por ejemplo extractores en la Sala de Baterías y Sala de Transformadores). Luego se realiza el estudio de carga correspondiente para cada edificación, con la aplicación de los factores de simultaneidad y coincidencia que indica CADAFE en su Norma 161.-88, mencionados en el Capítulo II la Tabla 2. A la carga total calculada de cada edificación se le dejará un porcentaje de reserva del veinte (20%), según Norma 161-88 de CADAFE. Es importante destacar que esta estimación de cargas son en corriente alterna. Para el caso de servicios en corriente continua en edificaciones, sólo existirán cargas correspondientes a la iluminación de emergencia y no se considerará este factor.

5.1.4. Estimación de cargas de los tableros en patio, Casa de Mando y Casas de Adquisición de Datos:

Una de las cargas del grupo de las esenciales en corriente alterna corresponden a las carga para los servicios de tableros, estas están compuestas por la iluminación, calefacción y tomas de 120 V propias de estos, es necesario estimar por separado el consumo de los tableros de la Casa de Mando, el de la Casas de Adquisición de Datos y de los tableros de patio. Luego a todas estas cargas se les aplican los respectivos factores de distribución y simultaneidad.

5.1.5. Identificación de cargas:

El siguiente paso a seguir es la identificación de cargas; es decir, separar las cargas que serán alimentadas en corriente alterna y corriente continua; además para las cargas en corriente alterna se debe identificar las esenciales y no esenciales. En el caso de corriente continua se deben tener en cuenta las cargas transitorias y las fijas.

5.1.6. Dimensionamiento del Banco de Baterías:

Luego de identificar todo el conjunto de cargas en corriente continua (varias de estas cargas y su forma de trabajo se mencionaron en el Capítulo IV), se procede al dimensionamiento de los bancos de baterías por medio del procedimiento expuesto en el Capítulo II). Una de los herramientas de cálculo desarrolladas en este trabajo fue un programa en Excel para el cálculo de bancos de baterías tipo plomo- acidas, las entradas y salidas de programa se pueden observar en el anexo 6. En él se deben introducir las capacidades de todas las cargas incluyendo las cargas momentáneas, luego el programa calcula las capacidades en Amper- horas que debe tener el banco en estudio.

5.1.7. Cálculo de Rectificadores:

Al conocer la capacidad de cada banco y establecer la demanda en corriente continua, se procede a calcular las capacidades de los Rectificadores. El cálculo se realizará en forma manual por medio del método expuesto en el Capítulo II. Finalmente se obtendrían las capacidades de potencia tanto en corriente alterna y corriente continua.

5.1.8. Dimensionamiento de la Barra a 208 Vca:

Una vez conocidas todas las cargas en 208-120 Vca aguas abajo y las propias que se alimentan a esta barra (Cargas de tableros edificaciones, servicios de tableros, y las cargas propias de esta barra: cambiadores de tomas de las unidades de transformación, inversor del sistema de control numérico, sistema hidroneumáticos, sistema de tratamiento de aguas servidas, unidades de aires acondicionados esenciales y no esenciales de la Casa de Mando), se procede al dimensionamiento y diseño de la barra a 208 V. En primer término se identifican y separan las cargas esenciales de las no esenciales, luego se procede a calcular la capacidad total de esta barra; para tal fin se puede emplear otra de las herramientas en el software Microsoft Office Excel que se elaboraron en este trabajo, la cual permite el cálculo de la capacidad de una barra, al introducir cada una de las cargas y sus respectivos factores de simultaneidad y coincidencia, según lo señalado en el Capítulo II en la tabla 2. Utilizando este programa y se calcula y obtiene la capacidad de los transformadores 480/208 V que alimentaran la barra en 208 V. Es importante señalar que la necesidad de calcular la capacidad total de la barra debido a que un transformador debe ser capaz de suministrar toda la potencia que requiera la barra a 208 V y por ende la mayoría de las cargas del Sistema de Servicios Auxiliares de una Subestación.

5.1.9. Dimensionamiento de los Tableros TFE y TFENE a 480 Vca:

El siguiente paso corresponde al dimensionamiento de los tableros en 480 Vca. Ya que una vez calculada la capacidad de los transformadores que alimentaran la barra a 208 Vca, la capacidad de los rectificadores que alimentaran las cargas en corriente continua y la carga total que consumirá la iluminación exterior (esencial y no esencial) se puede calcular el consumo de cada uno de estos tableros, es necesario separar las cargas esenciales y no esenciales, porque como se ha mencionado anteriormente, cada tablero alimentara por separado cada una de estas cargas. En este caso los cálculos se puede ejecutar de forma manual o por medio del software Microsoft Office Excel, de la misma forma utilizada para 208 V, se introducen cada una de las cargas y se aplican los respectivos factores de simultaneidad y coincidencia. Obteniéndose finalmente la capacidad y consumo para cada uno de estos tableros.

5.1.10. Dimensionamiento del Centro de Distribución de Uso Normal a 480V:

Luego de conocer la capacidad de los tableros TFE y TFENE y las cargas propiamente alimentadas a esta barra (Sistema de refrigeración Autotransformadores (carga esencial), toma de potencia autotransformador (no esencial), máquina de tratamiento de aceite (no esencial)) se calcula la capacidad de ese centro de distribución ya sea en forma manual o con la herramienta en Excel desarrollada para este trabajo, al igual que para el caso anterior se debe ingresar cada una de las cargas y los factores de simultaneidad y utilización, para así obtener la capacidad total del centro de distribución y la capacidad de los transformadores de Servicios Auxiliares de 13,8 /0,480 kV.

5.1.11. Dimensionamiento del Centro de Emergencia:

Conocida ahora la capacidad del Tablero TFE que alimentará todas las cargas esenciales, más las cargas que irán directamente conectadas a este centro (que serían las del sistema de refrigeración de los autotransformadores), se calcula el consumo total del mismo (se puede realizar en forma manual o con la herramienta de Excel), permitiendo determinar la capacidad del generador Diesel y, en caso de subestaciones importantes, la capacidad del transformador que se alimentara de la línea de distribución o en caso de una subestación de generación la capacidad del alimentador que debe aportar la planta de generación.

5.1.12. Cálculo de los alimentadores e Interruptores del Sistema de Servicios Auxiliares:

El siguiente paso es el cálculo de todos los alimentadores del Sistema de Servicios Auxiliares. Los conductores se deben calcular por corriente, capacidad térmica, caída de tensión y corto circuito, métodos señalados en el Capítulo II. Para el cálculo se desarrolló una herramienta en Excel tomando en consideración los métodos de cálculos mencionados anteriormente. Se requiere introducir los siguientes datos: potencia que debe manejar cada alimentador en VA, nivel de tensión V, factor de potencia, niveles de cortocircuito A, factor de potencia, longitud del conductor en metros. Cuando existen varias cargas para un mismo alimentador, el programa calculará los kVAm, pero se deben introducir cada una de ellas y la longitud a la que se encuentran. En el caso de conductores a corriente alterna se debe indicar el tipo de circuito: trifásico 4 hilos (3), monofásico 2 hilos (2), ó monofásico (1).

Se elaboraron dos herramientas: una para los conductores en corriente alterna y otra para los de uso en corriente continua. Luego de obtener la característica

o el número de conductor a utilizar; se determinan la capacidad de los interruptores o breaker.

5.1.13. Elaboración de los Diagramas Unifilares del Sistema de Servicios Auxiliares:

Por último y con todos los datos mencionados anteriormente se procede a la elaboración final de los diagramas unifilares para los Sistemas de Servicios Auxiliares. Un diagrama será del tipo general donde se muestra toda la configuración del Sistema de Servicios Auxiliares incluyendo corriente alterna y continua, y a los otros unifilares particulares que describen al sistema de corriente alterna y continua.

Los pasos mencionados anteriormente permiten el diseño del Sistemas de Servicios Auxiliares de manera óptima y tomando en cuenta las recomendaciones realizadas a partir de la revisión efectuada a la Norma Nodal 230 T de CADAPE, además las herramientas de cálculo elaboradas en este trabajo bajo el software Excel permiten agilizar la selección de equipos que conformaran a este sistema (los equipos se pueden identificar como: baterías, cargadores-rectificadores, Transformadores, conductores y breaker).

En el anexo 7 se muestra un ejemplo de cálculo siguiendo estos parámetros, además en los anexos 8, 9 y 10 se muestran las entradas y salidas de las herramientas de cálculo elaboradas en Excel.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realizó el estudio del Sistema de Servicios Auxiliares de subestaciones de potencia en 230/ 115 kV, tomando como referencia la Norma para subestaciones tipo Nodal 230T de CADAPE. A continuación se señalan conclusiones a las que se llegaron.

- El hecho de que la Norma Nodal 230T de CADAPE, en la cual se basan los criterios técnicos por el cual se rige el diseño de subestaciones de este tipo, no este actualizada desde el año 1979, puede influir en el sub dimensionamiento del Sistema de Servicios Auxiliares debido a que existe una realidad que se debe considerar para la elaboración de este sistema.

- La opción de dejar el nivel de tensión a 480 Vca y realizar la distribución en dos barras (Centro de Distribución de Uso Normal y Centro de Emergencia) es la alternativa más eficiente, ya que la misma permite ser usada para cualquier tipo de subestación eléctrica con sus respectivas adecuaciones dependiendo del caso. Además esta distribución para el Sistema de Servicios Auxiliares considera todos los parámetros que inciden debido a la realidad, otorgando mayor confiabilidad, flexibilidad y seguridad.

- Se debe tomar especial cuidado con las cargas en corriente continua porque éstas son las encargadas de alimentar el sistema secundario de la subestación. Por esta razón, la barra de 110Vcc debe ser la que requiera mayor confiabilidad, flexibilidad y seguridad. De allí que independientemente del esquema de alimentación que se implemente aguas arriba sea necesario utilizar una alimentación más confiable y segura. En consecuencia, se hace imperativo la utilización de un esquema de doble barra, que implica duplicar los bancos de baterías y rectificadores.

- La utilización de cuatro fuentes de alimentación para el Sistema de Servicios Auxiliares de Subestaciones que manejen una alta cantidad de potencia o que sean del tipo generación, garantizan la continuidad de operación de las mismas en caso de emergencia.

- El esquema propuesto para los sistemas de Servicios Auxiliares en corriente alterna y a el nivel de tensión a 480 Vca permite una mejor flexibilidad en la operación de las barras y asegura una mayor confiabilidad en el sistema, además de que la utilización de los tableros TFE Y TFENE a 480 Vca permiten el bote de carga más rápido en caso de una contingencia.

- El uso de Barra seccionada para la Barra a 208 Vca permite la división en barras del tipo esencial y no esencial, lo que favorece al bote de carga al momento de una emergencia; alimentando así, las mínimas cargas que necesita la subestación para su operación bajo contingencia. En el diagrama planteado por la Norma para esta barra no es posible realizar esta maniobra de manera fácil y segura, teniendo que desconectar cargas por cargas por medio de los interruptores asociados.

- La estructura de procedimientos planteada en este trabajo para el diseño del Sistema de Servicios Auxiliares permite el diseño óptimo considerando todos los factores actuales; además, por medio del software realizado en este trabajo se agiliza la selección de equipos que conforman este sistema.

RECOMENDACIONES

Con la intención de que este trabajo tenga un aporte que vaya más allá de las conclusiones a continuación se plantean algunas recomendaciones que complementan lo antes expuesto:

- Se recomienda realizar un estudio de la Normativa por la que se rige el diseño para las subestaciones de potencia que conforman el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, ya que no sólo CADAFE presenta la desactualización, la mayoría de las empresas de Servicio Eléctrico Nacional tienen este inconveniente, incluso EDELCA. La revisión de la normativa no sólo debe abarcar al sistema de servicios Auxiliares sino todos los tópicos.
- Para complementar el diseño adecuado de los Sistemas de Servicios Auxiliares es necesario realizar un estudio de coordinación de protecciones para complementar el diseño, el mismo no es exigido por la empresa CADAFE, pero algunas fallas pueden ser ocasionadas por falta de coordinación entre los interruptores.
- Siempre se que realice un diseño de Servicios Auxiliares se debe chequear las Especificaciones particulares de la subestación a construir y esto porque nos permite tener claro el equipaje por el cual estará conformada la subestación, el esquema de la misma y su máximo desarrollo factores que son de alta influencia para los Sistemas de Servicios Auxiliares.
- Se recomienda realizar un estudio para evaluar la sustitución de los interruptores termomagnéticos por dispositivos de aire o “inteligentes” en ciertas

cargas de alto consumo, con el fin de tener una mayor flexibilidad en el control de bote de carga a través de los PLC.

- Aunque las empresas siempre suministran los niveles de cortocircuito desde media tensión hasta baja tensión, es recomendable realizar un estudio de cortocircuito con el equipamiento real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Martin, Jose R. *Diseño de Subestaciones Electricas*,—México: Ed McGraw-Hill, 1987.
- [2] Norma CADAFE N° 161-05. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna; Criterios para el diseño.
- [3] Norma CADAFE N° 160-05. Servicios Auxiliares de Corriente Continua; Criterios para el diseño.
- [4] Mejias Villegas Ingenieros Consultores. *Subestaciones de Alta Tension*. — Colombia: Ed.HMV Ingenieros, 1991
- [5] IEEE Std 485-1997. Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.
- [6] Fondo Norma 200-2004. *Código Eléctrico Nacional*.
- [7] Norma CADAFE. 1979. Subestación NODAL 230T.

BIBLIOGRAFÍAS

Libros

Martin, Jose R. Diseño de Subestaciones Electricas. Primera Edicion Mexico 1987

Mejias Villegas Ingenieros Consultores. Subestaciones de Alta Tension . Primera Edicion Colombia 1991

Normas:

Norma CADAFE Subestación NODAL 230T

Norma CADAFE N° 160-05. Servicios Auxiliares de Corriente Continua; Criterios para el diseño.

Norma CADAFE N° 161-05. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna; Criterios para el diseño.

Norma CADAFE N° 162-88. Diseño de los sistemas de Iluminación y Tomacorrientes.

Norma CADAFE N° 171-88. Montaje de Equipos para Subestaciones de Transmisión Instalación de Baterías y Cargadores.

Norma CADAFE N° 178-88. Montaje de Equipos para subestaciones Instalación de Equipos de Protección y Control.

IEEE Std 946-2004. Recommended Practice for the desing of DC Auxiliary Power Systems for Generating Stations.

IEEE Std 485-1997. Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.

Fondo Norma. *Código Eléctrico Nacional*.

ANEXOS

Tabla 310.16 Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F).

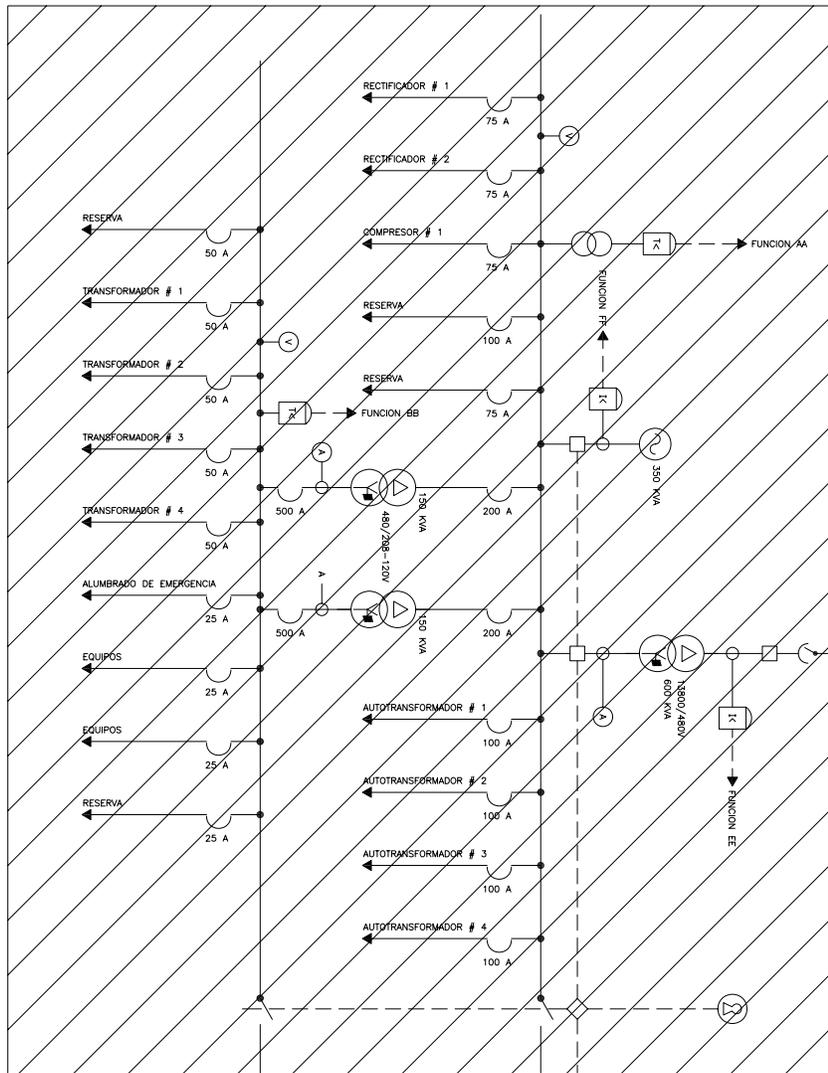
Calibre de los Conductores		Régimen de Temperatura del Conductor (véase la Tabla 310.13)						Calibre de los Conductores
		60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°)	90° C (194°)	
		TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
AWG/ kcmil	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG/ kcmil	
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14 *	20	20	25	....	....	....	....
12 *	25	25	30	20	20	25	12*	
10 *	30	35	40	25	30	35	10*	
8	40	50	55	30	40	45	8	
6	55	65	75	40	50	60	6	
4	70	85	95	55	65	75	4	
3	85	100	110	65	75	85	3	
2	95	115	130	75	90	100	2	
1	110	130	150	85	100	115	1	
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0	
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0	
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0	
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0	
250	215	255	290	170	205	230	250	
300	240	285	320	190	230	255	300	
350	260	310	350	210	250	280	350	
400	280	335	380	225	270	305	400	
500	320	380	430	260	310	350	500	
600	355	420	475	285	340	385	600	
700	385	460	520	310	375	420	700	
750	400	475	535	320	385	435	750	
800	410	490	555	330	395	450	800	
900	435	520	585	355	425	480	900	
1000	455	545	615	375	445	500	1000	
1250	495	590	665	405	485	545	1250	
1500	520	625	705	435	520	585	1500	
1750	545	650	735	455	545	615	1750	
2000	560	665	750	470	560	630	2000	

FACTORES DE CORRECCION							
Temp. Ambiente (°C)	Para Temperaturas Ambiente Distintas de 30°C, (86°F) : se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguintes:						Temp. Ambiente (°F)
21 - 25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70-77
26 - 30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78-86
31 - 35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87-95
36 - 40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104
41 - 45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113
46 - 50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122
51 - 55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131
56 - 60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	132-140
61 - 70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	141-158
71 - 80	....	....	0,41	....	....	0,41	159-176

Nota: * Véase 240.4 (D)

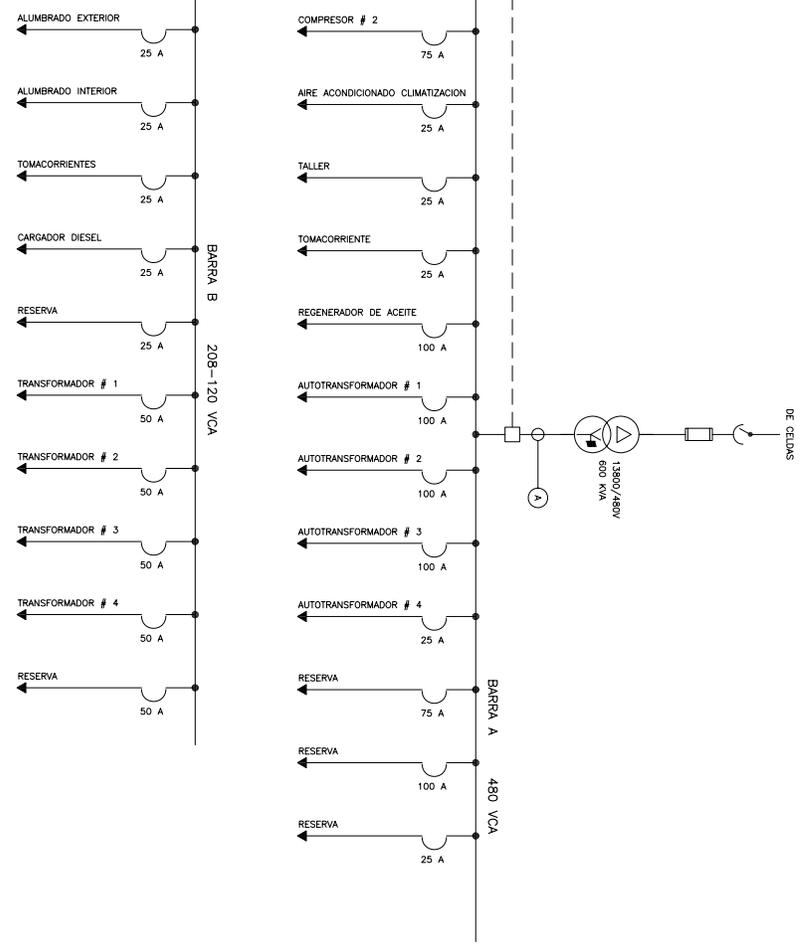
Tabla 310.17 Ampacidades Admisibles de los Conductores Sencillos Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios al Aire Libre, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30° C (86° F).

Calibre del Conductor AWG/ kcmil	Régimen de Temperatura del Conductor (véase la Tabla 310.13)						Calibre del Conductor AWG/ kcmil
	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	
	TIPOS			TIPOS			
	TW*, UF*	FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TW*, UF*	RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*	TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	....	....	18	....	....	....	....
16	....	....	24	....	....	....	....
14*	25	30	35	....	....	....	....
12*	30	35	40	25	30	35	12*
10*	40	50	55	35	40	40	10*
8	60	70	80	45	55	60	8
6	80	95	105	60	75	80	6
4	105	125	140	80	100	110	4
3	120	145	165	95	115	130	3
2	140	170	190	110	135	150	2
1	165	195	220	130	155	175	1
1/0	195	230	260	150	180	205	1/0
2/0	225	265	300	175	210	235	2/0
3/0	260	310	350	200	240	275	3/0
4/0	300	360	405	235	280	315	4/0
250	340	405	455	265	315	355	250
300	375	445	505	290	4350	395	300
350	420	505	570	330	395	445	350
400	455	545	615	355	425	480	400
500	515	620	700	405	485	545	500
600	575	690	780	455	540	615	600
700	630	755	855	500	595	675	700
750	655	785	885	515	620	700	750
800	680	815	920	535	645	725	800
900	730	870	985	580	700	785	900
1000	780	935	1055	625	750	845	1000
1250	890	1065	1200	710	855	960	1250
1500	980	1175	1325	795	950	1075	1500
1750	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
2000	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. Ambiente (°C)	Para Temperaturas Ambiente Distintas de 30°C, (86°F) : se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguientes:						Temp. Ambiente (°F)
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70-77
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78-86
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87-95
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	132-140
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	141-158
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	159-176

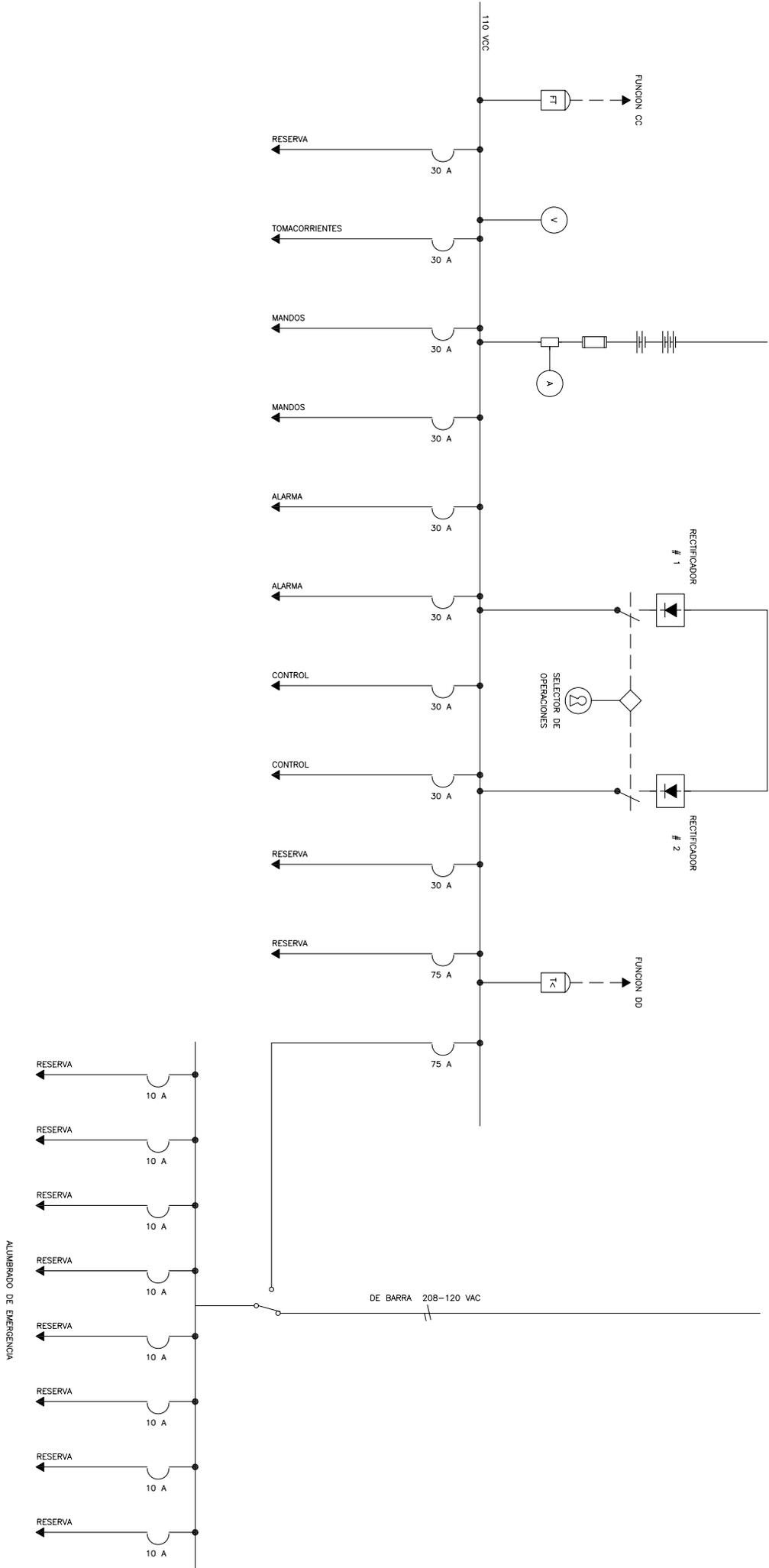


DE TERCERO
AUTÓNOMO STANDARD

ALIMENTACION POR SISTEMAS
DE POTENCIA INDEPENDIENTES
(VER 1028)



DE CELDAS



Fotos Levantamiento de Campo Subestacion Tipo Nodal 230T de CADAFE.



Foto 1 Autotransformador y Terciario



Foto Numero 2 Barra Media Tensión



Foto 3 Transformador de Servicios Auxiliares 13,8/0.48 kV alimentado por Terciario del Autotransformador.



Foto 4 Transformadores secos de Servicios Auxiliares a 480/208 V



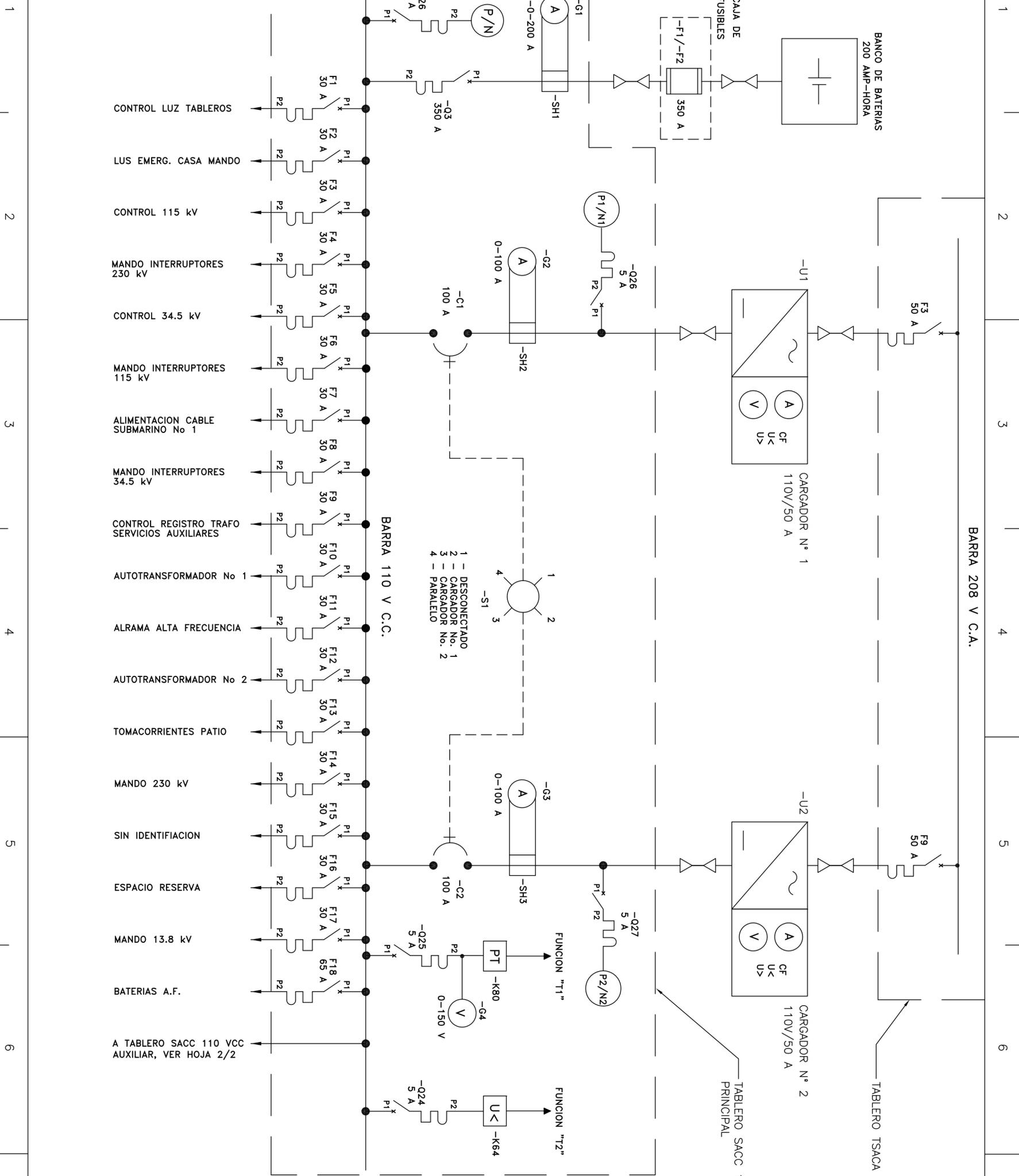
Foto 5 Banco de Transformadores de Servicios Auxiliares alimentado de línea de media tensión exterior.



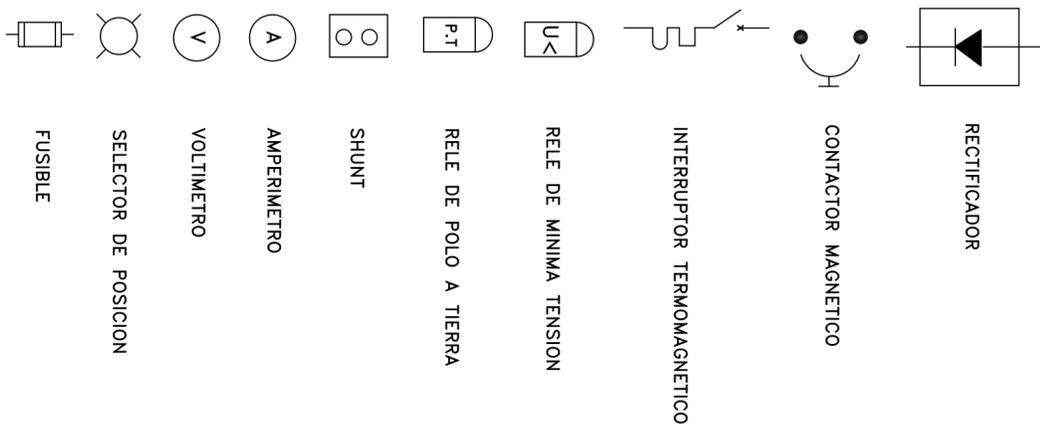
Foto 6 Tablero de Servicios Auxiliares a 480V



Foto 7 Rectificador Para Servicios Auxiliares en Corriente Continua.



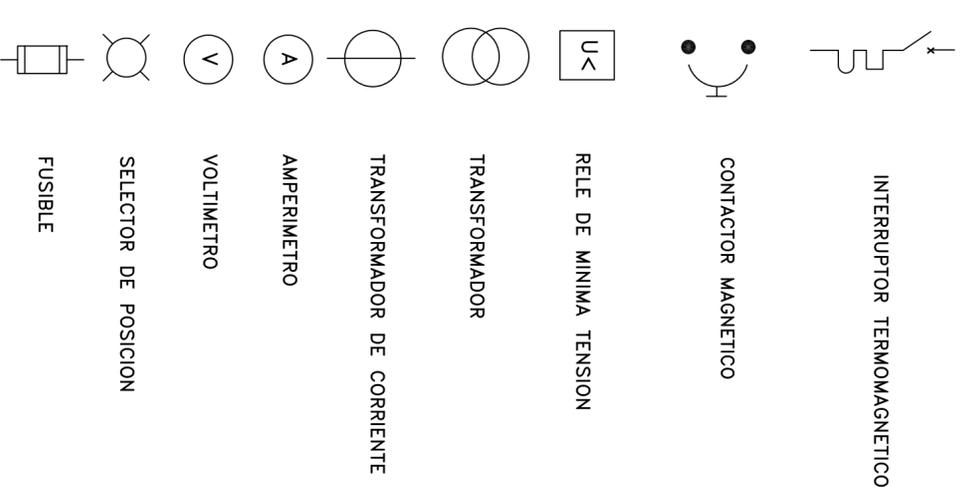
LEYENDA



NOTAS:
 1.- ESTA TABLERO SERA SUSTITUIDO DADO QUE LA SUBESTACION SE ENCUENTRA EN UN PROCESO DE REMODELACION Y AMPLIACION

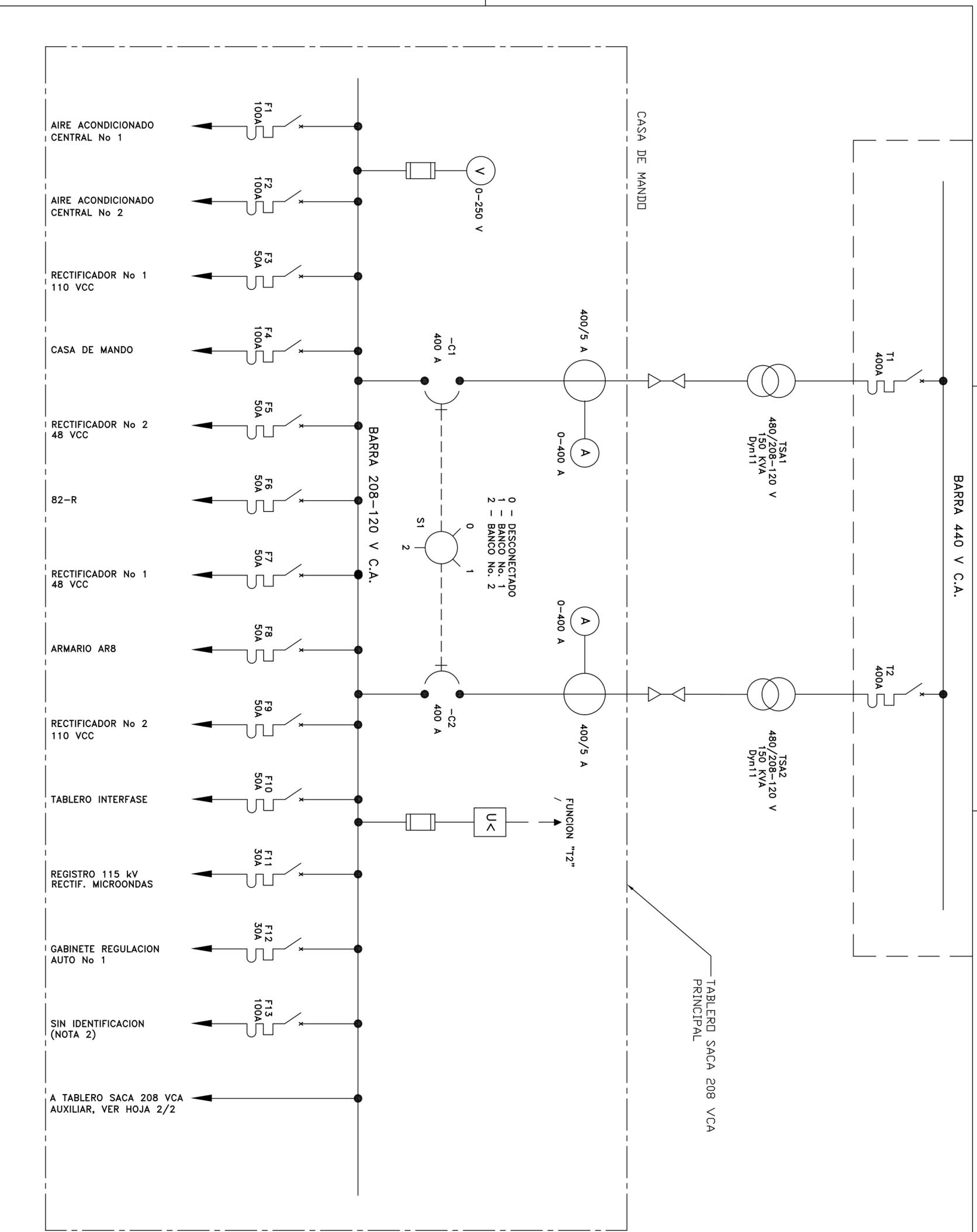
FECHA	INDICE	CORRECCION O MODIFICACION	REVISADO	APROBADO
		PROYECTISTA:	AYLICA	
C.A. DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO CADAFE GERENCIA DE PLANIFICACION DE TRANSMISION Y GENERACION UNIDAD: PLANIFICACION DE TRANSMISION PROYECTO:				
DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES DE C.C. 110 V				
CALCULO:	FECHA:	SERIE:	HOLA No. 1 DE 2	
DIBUJO:				
REVISADO:	ESCALA(S):	NUMERO:	REFERENCIA:	
APROBADO:	S/E			
POR CADAFE	FECHA:	APROBADO:	N. ARCHIVO:	

LEYENDA



NOTAS:
 1.- ESTA TABLERO SERA SUSTITUIDO DADO QUE LA SUBESTACION SE ENCUENTRA EN UN PROCESO DE REMODELACION Y AMPLIACION
 2.- ESTE INTERRUPTOR SE ENCUENTRA INSTALADO EN LA CHAPA EXTERIOR DEL TABLERO Y SIN IDENTIFICACION

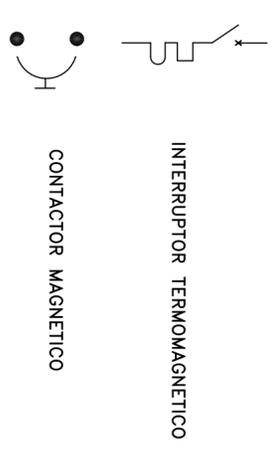
FECHA	INDICE	CORRECCION O MODIFICACION	REVISADO	APROBADO
CORPOLEEC		PROYECTISTA:		
C.A. DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO CADAFE GERENCIA DE PLANIFICACION DE TRANSMISION Y GENERACION UNIDAD: PLANIFICACION DE TRANSMISION PROYECTO: _____ CALCULO: _____ DIBUJO: _____ REVISADO: _____ APROBADO: _____				
DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES DE C.A. 208/120 V		SERIE: -	HOJA No. 1 DE 2	
FECHA: -	FECHA: -	NUMERO: -	REFERENCIA: -	
REVISADO: -	REVISADO: -	S/E		
APROBADO: -	APROBADO: -	FECHA: -	FECHA: -	N. ARCHIVO: -



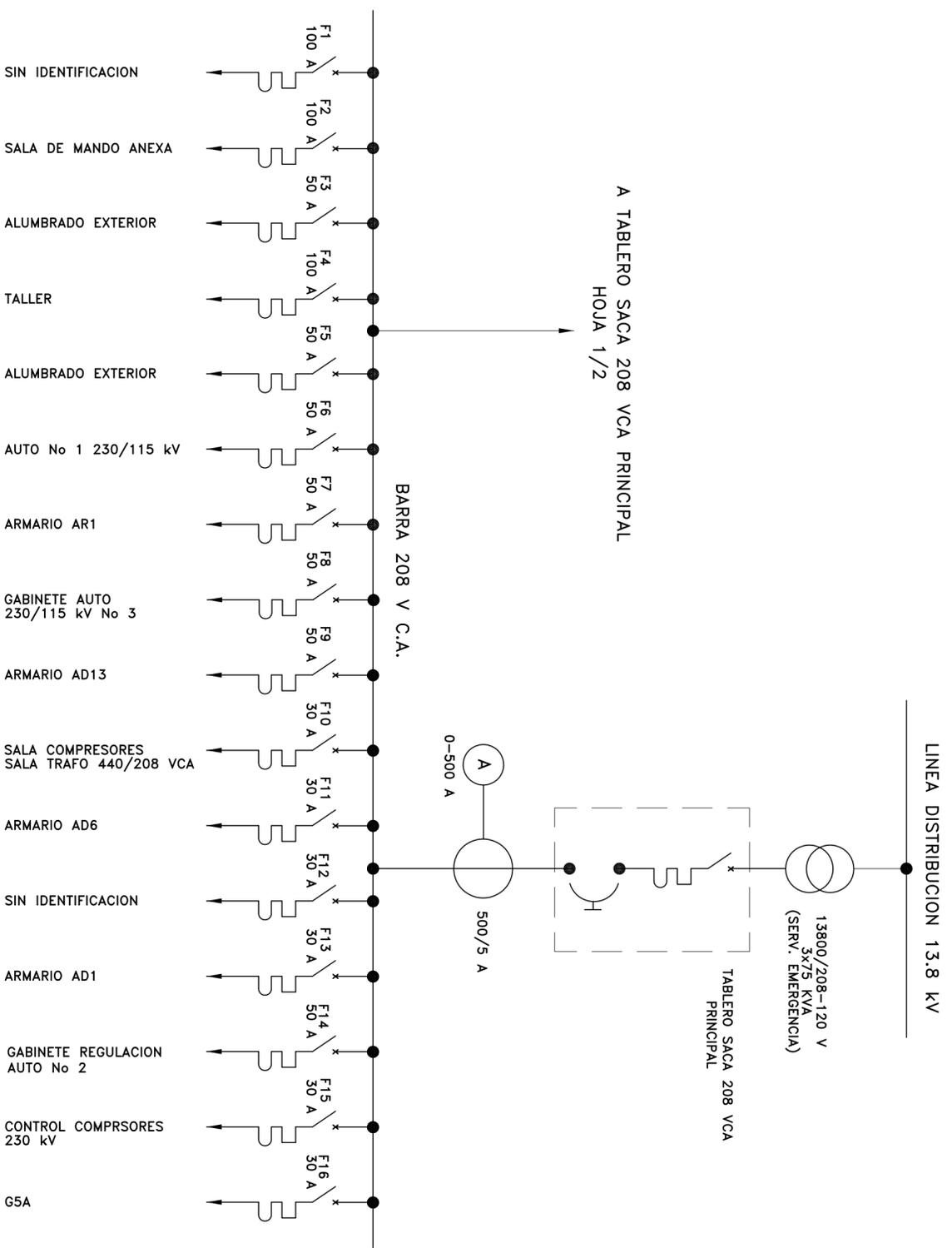
TABLERO SACA 208 VCA PRINCIPAL

CASA DE MANDO

LEYENDA

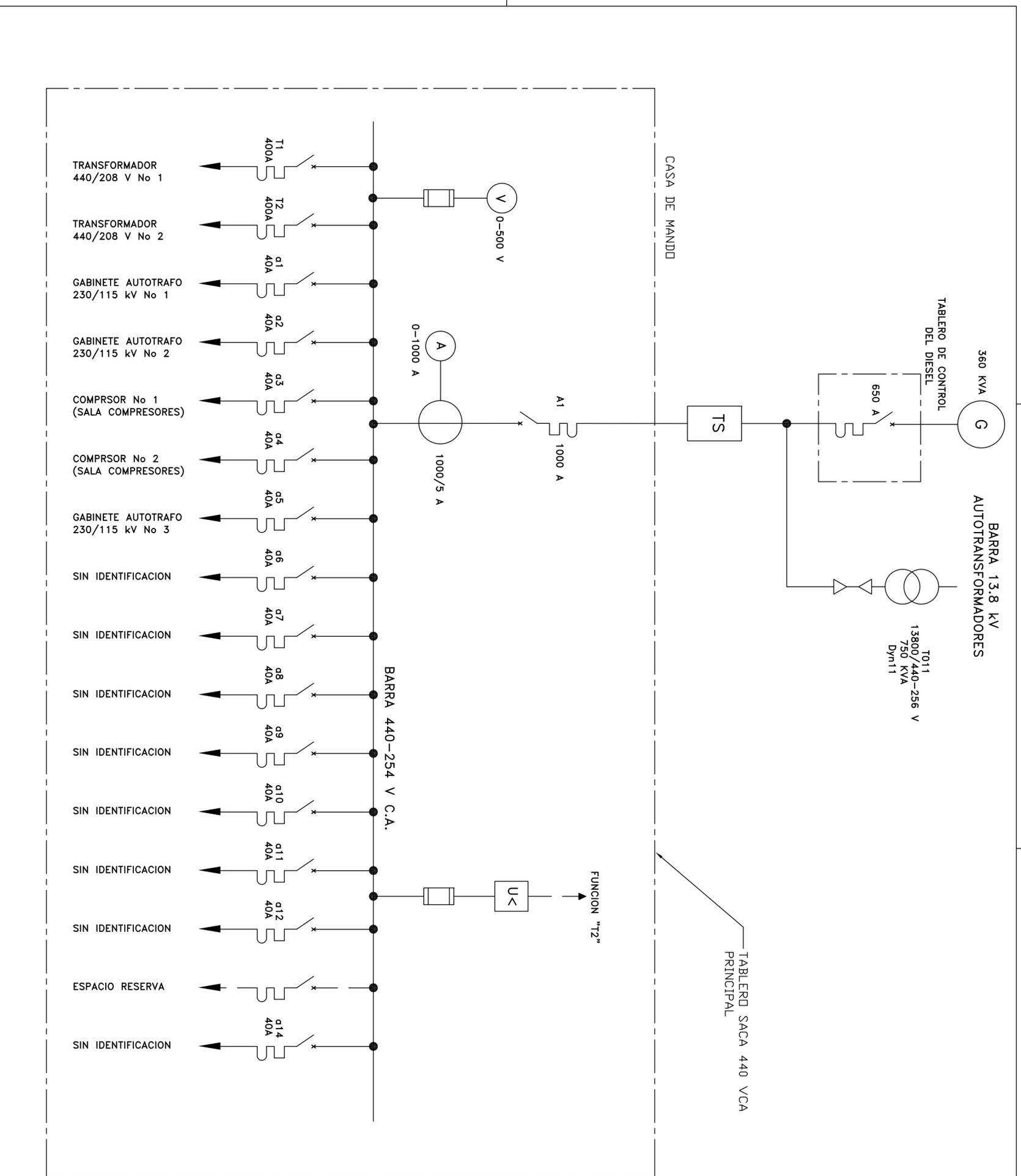


A TABLERO SACA 208 VCA PRINCIPAL
HOJA 1/2

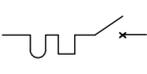
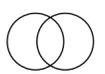


NOTAS:
1.- ESTA TABLERO SERA SUSTITUIDO DADO QUE LA SUBESTACION SE ENCUENTRA EN UN PROCESO DE REMODELACION Y AMPLIACION

FECHA	INDICE	CORRECCION O MODIFICACION	REVISADO	APROBADO
CORPOLEEC		PROYECTISTA:		
<p>C.A. DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO GERENCIA DE PLANIFICACION DE TRANSMISION Y GENERACION DE TRANSMISION</p>				
UNIDAD:	PLANIFICACION DE TRANSMISION			
PROYECTO:	DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES DE C.A. 208/120 V			
CALCULO:	FECHA:	SERIE:	HOJA No.	DE
DIBUJO:	-	-	2	2
REVISADO:	ESCALA(S):	NUMERO:	REFERENCIA:	
APROBADO:	S/E	-	-	
POR CADAFE	REVISADO:	APROBADO:	N. ARCHIVO:	
FECHA:	FECHA:	FECHA:		



LEYENDA

-  INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
-  RELE DE MINIMA TENSION
-  TRANSFORMADOR
-  TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
-  AMPERIMETRO
-  VOLTIMETRO
-  FUSIBLE
-  TRANSFERENCIA AUTOMATICA

NOTAS:
1.- ESTA TABLERO SERA SUSTITUIDO DADO QUE LA SUBESTACION SE ENCUENTRA EN UN PROCESO DE REMODELACION Y AMPLIACION

 CORPOLEEC <small>CORPORACION ELECTRICIDAD NACIONAL</small>		C.A. DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO <small>GERENCIA DE PLANIFICACION DE TRANSMISION Y GENERACION</small>		
FECHA	INDICE	CORRECCION O MODIFICACION	REVISADO	APROBADO
 CADAFE <small>GERENCIA DE PLANIFICACION DE TRANSMISION Y GENERACION</small>		DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES DE C.A. 440 V		
UNIDAD: PLANIFICACION DE TRANSMISION	PROYECTO:	CALCULO:	FECHA:	SERIE:
DIBUJO:	REVISADO:	ESCALAS:	FECHA:	NUMERO:
APROBADO:	REVISADO:	S/E	APROBADO:	REFERENCIA:
POR CADAFE	FECHA:	FECHA:	FECHA:	N. ARCHIVO:

ESTUDIO DE CARGAS 110 Vcc SERVICIOS AUXILIARES

1- OBJETO:

El presente documento tiene por objeto determinar las cargas de los tableros de Distribución de corriente continua de 110 Vcc a fin de:

- Verificar la capacidad de los bancos de baterías.
- Verificar la capacidad de los Cargadores de baterías (Rectificadores).
- Servir de base para la determinación de los cables alimentadores y ramales.
- Selección de los interruptores termomagnéticos de los diferentes circuitos.

Carga Conectada:

Corresponde a la sumatoria de las potencias instalada de todos los equipos eléctricos conectados al sistema ó circuito.

Carga Máxima:

Es la sumatoria de las demandas permanentes y momentáneas vista por un circuito ó tablero, tomando en cuenta los factores de utilización de cada carga y los factores de simultaneidad de cada grupo de cargas.

Carga Permanente:

Representa la carga conectada que requiere de alimentación permanente y que es siempre coincidente ($F_u = 1$), aun cuando es agrupada en diferentes paneles.

Carga Momentánea:

Son las cargas que se activan por corto tiempo (menos de un minuto) durante el ciclo de carga.

4- ESTUDIO DE CARGA C.C 110 Vcc

4.1.- Equipos de Protección y Teleprotección.

1. Protección Primaria de Línea 230 kV	70 W
2. Protección Secundaria de Línea 230 kV	70 W
3. Teleprotección asociada a la P.P.	75 W
4. Teleprotección asociada a la P.S.	75 W
5. Protección Principal Transformador 230/13,8 kV	70 W
6. Protección Respaldo Transformador 230/13,8 kV	70 W
7. Protección de Celdas 13,8 kV	6 x 70 W.

4.2.- Equipos de Alta tensión

1. Interruptor 230 kV de mando tripolar.	
• Bobina 1 de Apertura	200 W
• Bobina 2 de Apertura	200 W
• Bobina de Cierre	200 W
• Motor	1.765 W
• Consumo permanente del Interruptor	50 W
2. Seccionador 230 kV motorizado de mando tripolar	660 W.
3. Transformador de Potencia 230/13,8 kV	1.200 W.
4. Celdas de 13,8 kV	
• Motor de interruptores	375 W c/u.
• Bobina de Apertura	200 W
• Bobina de Cierre	200 W

4.3.- Equipos de Control

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| 1. Alimentación SESSE | 600 W. |
| 2. Alimentación Suiche Ethernet | 120 W c/u |
| 3. Alarmas Generales | 50 W |
| 4. Alarmas Celda 230 kV | 75 W |
| 5. Control Horario | 120 W |
| 6. Control Servicios Auxiliares | 750 W |
| 7. Alimentación REC 670 SSAA | 70 W |

5- TABLA RESUMEN DE CARGAS 110 Vcc

A continuación se muestra la Tabla Resumen de cargas discriminados en Carga Máxima y Carga Permanente.

Barra 1 FUERZA						
Salida	Descripción	Función	Carga Máxima (W)		Carga Permanente (W)	
			Unidad	Total	Unidad	Total
1	Motores Seccionadores 230 kV	± M	660	1,320	0	0
2	Motor Interruptor M-110	± MI	1,765	1,765	50	50
3	Motores Interruptores Celdas 13,8 kV	± MMT	375	1,500	0	0
4	Control Iluminación Exterior	± CI	50	50	50	50
5	Iluminación y Tomas Armarios Exteriores	± F	100	500	0	0
6	Alimentación Inversor SAS	± INV	1,000	1,000	250	250
7	Motores Seccionadores (Futuros)	± M	660	1,320	0	0
8	Motores Interruptores (Futuros)	± MI	1,765	1,765	50	50
Barra 2 FUERZA						
1	Iluminación de Emergencia Casa de Mando	± IL	100	2,000	100	1,000
2	Iluminación de Emergencia Tableros de Protección	± ILT1	100	800	0	0
3	Iluminación de Emergencia Tableros de Control	± ILT2	100	300	0	0
4	Sala Diesel	± SD	1,250	1,250	125	125
6	Iluminación de Emergencia y Tomas Celdas 13,8 kV	± FMT	100	1,250	0	0
7	Alimentación Seccionadores 13,8 kV	± SEC	25	50	0	0
Subtotal FUERZA					1,525	W

		<input type="text"/>	

Tablero Control 1						
Salida	Descripción	Función	Carga Máxima (W)		Carga Permanente (W)	
			Unidad	Total	Unidad	Total
1	Alarmas Generales	± AG	50	50	50	50
2	Alarmas Celda 230 kV	± A	70	70	70	70
3	Alimentación Protecciones Celdas 13,8 kV (REF 543)	± PMT	70	70	70	70
4	Alimentación Protección Principal Transformador 230/13,8 kV	± PT	70	70	70	70
5	Alimentación Protección Primaria Línea 230 kV	± PP	70	70	70	70
6	Teleprotección N° 1 asociada a la Protección Primaria	± TPLP1	75	75	75	75
7	Teleprotección N° 2 asociada a la Protección Primaria	± TPLP2	75	75	75	75
8	Diaparo Bobina N° 1 M-110	± D1	200	200	0	0
9	Polaridad de Disparo Celdas 13,8 kV	± DMT	375	1,500	0	0
10	Mando Local 230 kV	± L	200	200	0	0
11	Alimentación SESSE	± REC	600	600	600	600
12	Alimentación Suiche Ethernet 1	± SE1	120	120	120	120
Tablero Control 2						
1	Diaparo Bobina N° 2 M-110	± D2	200	200	0	0
2	Mando Remoto Celda 230 kV	± C	200	200	0	0
3	Control Celdas 13,8 kV	± CMT	500	500	100	100
4	Alimentación Protección Respaldo Transformador 230/13,8 kV	± PRT	70	70	70	70
5	Alimentación Protección Secundaria Línea 230 kV	± PS	70	70	70	70
6	Teleprotección N° 1 asociada a la Protección Secundaria	± TPLS1	75	75	75	75
7	Teleprotección N° 2 asociada a la Protección Secundaria	± TPLS2	75	75	75	75
8	Control Transformador 230/13,8 kV	± AT	1,200	1,200	500	500
9	Control Horario	± CH	120	120	120	120
10	Control Tablero Servicios Auxiliares	± CSA1	600	600	300	300
11	Control SESSA Alimentación REC 670	± CSA2	70	70	70	70
12	Alimentación Suiche Ethernet 2	± SE2	120	120	120	120
Subtotal CONTROL					2,700	W

Para el Cálculo de cables alimentadores se considerará la carga Máxima por Circuito.

Para la Verificación de las Capacidades del banco de baterías y Cargadores se considerarán únicamente las Cargas Permanentes.

Cabe mencionar que se consideró una carga permanente igual a la carga máxima en los equipos de control y protección, siendo en todo caso la carga permanente menor a la carga máxima.

Por lo tanto para el Cálculo de las Baterías y Cargadores se considerará una carga permanente de

Carga de Fuerza	1.525 W
Carga de Control	2.700 W
TOTAL	4.225 W
En Amperios	34 Amperios.

		<input type="text"/>	

CÁLCULO DE BANCO DE BATERÍAS Y CARGADORES

SERVICIOS AUXILIARES

1- OBJETO:

La presente Nota técnica tiene como objeto presentar los Cálculos para la capacidad del Banco de Baterías y Cargadores a ser instalados para los Servicios Auxiliares en Corriente Continua.

3- METODOLOGÍA:

Para el cálculo del dimensionamiento de las baterías y cargadores se utilizó la Metodología de la norma IEEE Std 485.1997 que considera los siguientes puntos:

Tiempo de Respaldo:

El tiempo de respaldo definido para los bancos de baterías de 110 Vcc según las Especificaciones de CADAFE es de 8 horas.

Ciclo de Descarga:

Para conocer el ciclo de descarga del banco se debe definir cada uno de los consumidores de corriente continua de la subestación, la magnitud de la corriente en función del tiempo, durante el tiempo de respaldo especificado para la batería.

Esquema de funcionamiento del sistema:

El esquema seleccionado corresponde a dos barras alimentadas cada una por un cargador de baterías y un banco de baterías. Un solo cargador de baterías deberá estar en capacidad de alimentar la totalidad de las cargas conectadas al tablero de C.C y los bancos de baterías.

Aun cuando los cargadores de baterías están conectados en la barra de alimentación del Generador DIESEL (Emergencia), para el cálculo del banco vamos a considerar 8 horas de descarga sin el generador.

4 CALCULO DEL BANCO DE BATERÍAS DE 110 Vcc

La capacidad de las baterías se calcula teniendo en cuenta las cargas conectadas a los tableros de corriente continua y su ciclo de operación para el tiempo determinado de respaldo.

El banco de baterías debe ser capaz de alimentar la totalidad de las cargas permanentes por un tiempo de 8 horas, el disparo del interruptor de 230 kV, cuatro (4) interruptores de 13,8 kV y carga de los resortes en el primer minuto y al final del período el cierre de todos los interruptores.

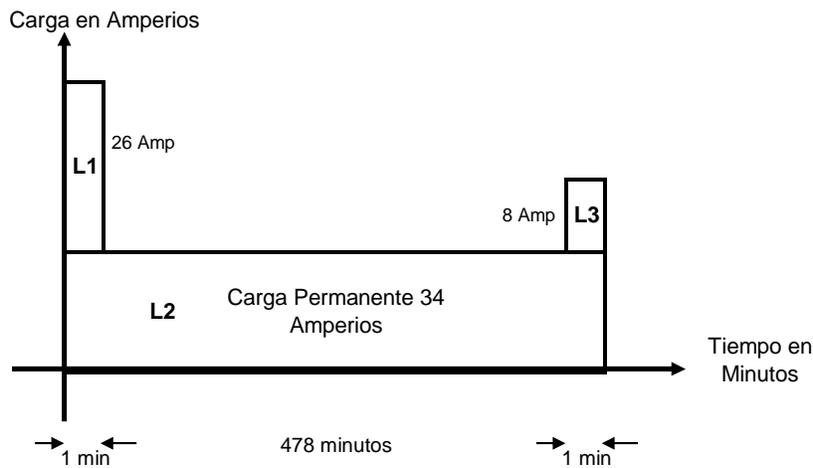
		<table border="1"><tr><td></td></tr></table>		

Cuadro de cargas

Total carga permanente (W)	4.225 W
Total carga de Apertura (W)	400 W (1 interruptor de 230 kV) + 800 W (4 interruptores de 13,8 kV) = 1.200 W.
Carga de Resortes de Interruptores	1.765 W Interruptor 230 kV + 4 x 375 W interruptores 230 kV.
Total carga de Cierre (W)	5 x 200 W = 1.000 W

Ciclo de Descarga 110 Vcc

El ciclo de descarga seleccionado para el cálculo de capacidad del banco de baterías consistió en un disparo simultáneo del interruptor de 230 kV y los cuatro (4) interruptores de 13,8 kV y la carga de los resortes de todos los interruptores por un minuto y después de 8 horas, el banco debe tener la capacidad de cierre de todos los interruptores, durante todo el ciclo estará presente la carga permanente.



Ciclo de Descarga de las Baterías

Donde L1 = Disparo de los interruptores y carga de resorte.

El disparo de los interruptores es de $1.200 \text{ W} / 125 \text{ Vcc} = 9,6 \text{ Amperios}$, posteriormente viene la carga de resortes que es de $3.265 \text{ W} (1.765 + 4 \times 375)$ que llevados a corriente son 26 Amperios , como a efecto de cálculo solo podemos introducir datos de 1 minuto, consideraremos el valor más alto por el minuto de 26 Amperios para L1.

L2 = Carga permanente 34 Amperios .

L3 = Carga de Cierre 8 Amperios .

En vista de que se instalarán dos bancos de baterías, dividiremos la carga entre los dos bancos, por lo que el ciclo de descarga resulta:

L1 = 13 Amperios .

L2 = 17 Amperios .

L3 = 4 Amperios .

5- RESULTADOS:

Considerando un margen de diseño del 50%, previendo crecimiento futuro de celdas adicionales en 230 kV y $13,8 \text{ kV}$, los resultados obtenidos indican que se requiere una capacidad de 250 A-H para cada banco.

En le Anexo 2 se muestran los resultados obtenidos para el ciclo de descarga seleccionado,

La instalación de bancos de 440 A-H en la S/E permite suficiente capacidad en auxiliares de corriente continua hasta para la contingencia de un banco de baterías fuera de servicio.

		<table border="1"><tr><td></td></tr></table>		

6- CAPACIDAD DE CARGADOR DE BATERÍAS:

La capacidad del cargador se obtiene con la siguiente ecuación:

$$A = \left(n * \frac{Ah}{T} \right) + A_o$$

donde:

A = Capacidad del Cargador en Amperios.

Ah = Capacidad del Banco de Baterías en Amp-horas.

n = Constante para compensar las pérdidas durante la carga (1,25 para baterías plomo-ácido).

Ao = Carga de la corriente permanente en Amperios.

T = Tiempo de recarga de la batería (h) = 8 horas, según ETGS-EEM 240

Calculando con una carga permanente de 17 Amp y un banco de baterías de 440 Amp-horas en 125 Vcc resulta:

$$A = \left(1,25 * \frac{440}{8} \right) + 17 = 86 \text{ Amp.}$$

Se selecciona un cargador para 125 Vcc con capacidad de 100 Amp.

7- ANEXOS

Anexo N° 1 Cuadro de Cargas 110 Vcc

Anexo N° 2 Resultados del calculo de batearías según IEEE Std 485-1997.

ANEXO N° 1: Cuadro de Cargas 110 Vcc

Barra 1 FUERZA						
Salida	Descripción	Función	Carga Máxima (W)		Carga Permanente (W)	
			Unidad	Total	Unidad	Total
1	Motores Seccionadores 230 kV	± M	660	1,320	0	0
2	Motor Interruptor M-110	± MI	1,765	1,765	50	50
3	Motores Interruptores Celdas 13,8 kV	± MMT	375	1,500	0	0
4	Control Iluminación Exterior	± CI	50	50	50	50
5	Iluminación y Tomas Armarios Exteriores	± F	100	500	0	0
6	Alimentación Inversor SAS	± INV	1,000	1,000	250	250
7	Motores Seccionadores (Futuros)	± M	660	1,320	0	0
8	Motores Interruptores (Futuros)	± MI	1,765	1,765	50	50
Barra 2 FUERZA						
1	Iluminación de Emergencia Casa de Mando	± IL	100	2,000	100	1,000
2	Iluminación de Emergencia Tableros de Protección	± ILT1	100	800	0	0
3	Iluminación de Emergencia Tableros de Control	± ILT2	100	300	0	0
4	Sala Diesel	± SD	1,250	1,250	125	125
6	Iluminación de Emergencia y Tomas Celdas 13,8 kV	± FMT	100	1,250	0	0
7	Alimentación Seccionadores 13,8 kV	± SEC	25	50	0	0
Subtotal FUERZA					1,525	W

Tablero Control 1						
Salida	Descripción	Función	Carga Máxima (W)		Carga Permanente (W)	
			Unidad	Total	Unidad	Total
1	Alarmas Generales	± AG	50	50	50	50
2	Alarmas Celda 230 kV	± A	70	70	70	70
3	Alimentación Protecciones Celdas 13,8 kV (REF 543)	± PMT	70	70	70	70
4	Alimentación Protección Principal Transformador 230/13,8 kV	± PT	70	70	70	70
5	Alimentación Protección Primaria Línea 230 kV	± PP	70	70	70	70
6	Teleprotección N° 1 asociada a la Protección Primaria	± TPLP1	75	75	75	75
7	Teleprotección N° 2 asociada a la Protección Primaria	± TPLP2	75	75	75	75
8	Diaparo Bobina N° 1 M-110	± D1	200	200	0	0
9	Polaridad de Disparo Celdas 13,8 kV	± DMT	375	1,500	0	0
10	Mando Local 230 kV	± L	200	200	0	0
11	Alimentación SESSE	± REC	600	600	600	600
12	Alimentación Suiche Ethernet 1	± SE1	120	120	120	120
Tablero Control 2						
1	Diaparo Bobina N° 2 M-110	± D2	200	200	0	0
2	Mando Remoto Celda 230 kV	± C	200	200	0	0
3	Control Celdas 13,8 kV	± CMT	500	500	100	100
4	Alimentación Protección Respaldo Transformador 230/13,8 kV	± PRT	70	70	70	70
5	Alimentación Protección Secundaria Línea 230 kV	± PS	70	70	70	70
6	Teleprotección N° 1 asociada a la Protección Secundaria	± TPLS1	75	75	75	75
7	Teleprotección N° 2 asociada a la Protección Secundaria	± TPLS2	75	75	75	75
8	Control Transformador 230/13,8 kV	± AT	1,200	1,200	500	500
9	Control Horario	± CH	120	120	120	120
10	Control Tablero Servicios Auxiliares	± CSA1	600	600	300	300
11	Control SESSA Alimentación REC 670	± CSA2	70	70	70	70
12	Alimentación Suiche Ethernet 2	± SE2	120	120	120	120
Subtotal CONTROL					2,700	W

		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	

ANEXO Nº 2: Resultados Cálculo de Batería

Lowest Expected Electrolyte Temp °C 26.00 Minimum Cell Voltage: 1.75 Cell Mfg: ABC Cell Type: STX

(1) Period	(2) Load (amperes)	(3) Change in Load (amperes)	(4) Duration of Period (minutes)	(5) Time to End of Section (minutes)	(6) Capacity at T Min Rate (6A) Amps/Pos (RT) 0 OR 1 (6B) K Factor (KT)		(7) Required Section Size (3) / (6A) = Positive Plates Or (3) * (6B) = Rated Amp Hrs	
					Pos. Values	Neg. Values		

Section 1 -First Period Only- If A2 is greater than A1, go to Section 2

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1=	1.00	0.77	23.10	*****
Sec 1 Total										23.10	0.00

Section 2 -First Two Periods Only- If A3 is greater than A2, go to Section 3

1	A1 =	0.00	A1-0=	0.00	M1=	0.00	T=M1+M2=	0.00	0.80	0.00	0.00
2	A2 =	0.00	A2-A1=	0.00	M2=	0.00	T=M2=	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										0.00	0.00
Sec 2 Total											0.00

Section 3 -First Three Periods Only- If A4 is greater than A3, go to Section 4

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1+M2+M3=	480.00	8.00	240.00	*****
2	A2 =	17.00	A2-A1=	-13.00	M2=	478.00	T=M2+M3=	478.00	8.00	*****	-104.00
3	A3 =	21.00	A3-A2=	4.00	M3=	1.00	T=M3=	1.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										240.00	-104.00
Sec 3 Total											136.00

Section 4 -First Four Periods Only- If A5 is greater than A4, go to Section 5

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1+...M4=	480.00	8.00	240.00	*****
2	A2 =	17.00	A2-A1=	-13.00	M2=	478.00	T=M2+M3+M4=	479.00	8.00	*****	-104.00
3	A3 =	21.00	A3-A2=	4.00	M3=	1.00	T=M3+M4=	1.00	0.77	3.08	*****
4	A4 =	0.00	A4-A3=	-21.00	M4=	0.00	T=M4=	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										243.08	-104.00
Sec 4 Total											139.08

Section 5 -First Five Periods Only- If A6 is greater than A5, go to Section 6

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1+...M5=	480.00	8.00	240.00	*****
2	A2 =	17.00	A2-A1=	-13.00	M2=	478.00	T=M2+...M5=	479.00	8.00	*****	-104.00
3	A3 =	21.00	A3-A2=	4.00	M3=	1.00	T=M3+M4+M5=	1.00	0.77	3.08	*****
4	A4 =	0.00	A4-A3=	-21.00	M4=	0.00	T=M4+M5=	0.00	0.00	0.00	0.00
5	A5 =	0.00	A5-A4=	0.00	M5=	0.00	T=M5=	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										243.08	-104.00
Sec 5 Total											139.08

Section 6 -First Six Periods Only- If A7 is greater than A6, go to Section 7

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1+...M6=	480.00	8.00	240.00	*****
2	A2 =	17.00	A2-A1=	-13.00	M2=	478.00	T=M2+...M6=	479.00	8.00	*****	-104.00
3	A3 =	21.00	A3-A2=	4.00	M3=	1.00	T=M3+...M6=	1.00	0.77	3.08	*****
4	A4 =	0.00	A4-A3=	-21.00	M4=	0.00	T=M4+M5+M6=	0.00	0.00	0.00	0.00
5	A5 =	0.00	A5-A4=	0.00	M5=	0.00	T=M5+M6=	0.00	0.00	0.00	0.00
6	A6 =	0.00	A6-A5=	0.00	M6=	0.00	T=M6=	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										243.08	-104.00
Sec 6 Total											139.08

Section 7 -First Seven Periods Only- If A8 is greater than A7, go to Section 8

1	A1 =	30.00	A1-0=	30.00	M1=	1.00	T=M1+...M7=	480.00	8.00	240.00	*****
2	A2 =	17.00	A2-A1=	-13.00	M2=	478.00	T=M2+...M7=	479.00	8.00	*****	-104.00
3	A3 =	21.00	A3-A2=	4.00	M3=	1.00	T=M3+...M7=	1.00	0.77	3.08	*****
4	A4 =	0.00	A4-A3=	-21.00	M4=	0.00	T=M4+...M7=	0.00	0.00	0.00	0.00
5	A5 =	0.00	A5-A4=	0.00	M5=	0.00	T=M5+M6+M7=	0.00	0.00	0.00	0.00
6	A6 =	0.00	A6-A5=	0.00	M6=	0.00	T=M6+M7=	0.00	0.00	0.00	0.00
7	A7 =	0.00	A7-A6=	0.00	M7=	0.00	T=M7=	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total										243.08	-104.00
Sec 7 Total											139.08

Maximum Section Size (8) **139.08** + Random Section Size (9) **0.00** = Uncorrected Size - (US) (10) **139.08**
 US (11) **139.08** * Temp Corr (12) **0.98** * Design Marg (13) **1.50** * Aging Factor (14) **1.20** = (15) **245.34**

When the cell size (15) is greater than a standard cell size, the next larger cell is required.

(A) - Positive Plates

Required cell size (16) **250**

(B) - Ampere Hours <<----->>

Therefore cell (17) **250** is required

* designed by KGB





C.A DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO
(C.A.D.A.F.E.)

S/E XXX 230/115/34.5/13.8KV

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208 – 120 VCA**

CALCULADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:	
FECHA:	SERIE: D	NUMERO:		
POR CADAFA:	REVISADO POR: FECHA:	APROBADO POR: FECHA:		

 	PROYECTO: S/E XXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:  <small>CONSULTORES DE INGENIERIA</small>	FECHA: 06/2010	HOJA: 2 de 24	REV: a

TABLA DE CONTENIDO

	Hoja
PORTADA.....	1
TABLA DE CONTENIDO.....	3
1. OBJETIVO.....	4
2. CRITERIOS, METODOLOGÍA Y DEFINICIONES.....	5
3. TABLAS DE CARGA	6

 	PROYECTO: S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 3 de 24	REV: a

1. OBJETIVO

El presente documento tiene por objeto determinar las cargas de los tableros de Distribución de corriente alterna de 208-120 Vca en la S/E XXXX 230/115/34,5/13,8 kV de CADAPE a fin de:

- Calcular la capacidad del transformador de Servicios Auxiliares 208-120 Vca.
- Calcular la capacidad del Generador Diesel para la alimentación de las cargas Esenciales
- Servir de base para la determinación de los cables alimentadores y ramales.
- Selección de los interruptores termomagnéticos de los diferentes circuitos.

2. CRITERIOS, METODOLOGÍA Y DEFINICIONES.

El estudio de cargas consiste en un estudio detallado de todas las cargas actuales y de ampliaciones futuras previstas más las reservas, tomando en consideración los factores de utilización individuales y los factores de simultaneidad de grupos de cargas.

A continuación se definen los tipos de factores a utilizar y los conceptos básicos:

Carga Conectada:

Corresponde a la sumatoria de las potencias instalada de todos los equipos eléctricos conectados al sistema ó circuito.

 	PROYECTO: S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 4 de 24	REV: a

Demanda Máxima:

Es la sumatoria de las demandas permanentes y momentáneas vista por un circuito ó tablero, tomando en cuenta los factores de utilización de cada carga y los factores de simultaneidad de cada grupo de cargas.

Factor de Utilización (Fu):

Es la relación existente entre la Demanda máxima de un equipo eléctrico o circuito y la potencia nominal del mismo.

Factor de Simultaneidad (Fs):

Es la relación entre la Demanda máxima y la sumatoria de las demandas individuales.

Factor de demanda (Fd):

Es la relación entre la Demanda máxima y la carga conectada a un circuito ó tablero.

Carga Permanente:

Representa la carga conectada que requiere de alimentación permanente y que es siempre coincidente ($F_u = 1$), aun cuando es agrupada en diferentes paneles.

Carga Momentánea:

Son las cargas que se activan por corto tiempo (menos de un minuto) durante el ciclo de carga.

 	PROYECTO: S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 5 de 24	REV: a

3. TABLAS DE CARGA.

A continuación, se muestran las tablas con la carga estimada de cada uno de circuitos ramales para los servicios auxiliares de corriente alterna a 208 – 120 V de la subestación Pariaguán 230/115/34,5/13,8 kV.

I. BARRA – 208 -120 VOLTIOS: SERVICIOS ESENCIALES

CIRCUITO RAMAL –Q1.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.1) AUTOTRANSFORMADOR Nº1 230/115 kV	1	208 - 3Ø				
1.1	Motor cambiador de tomas	1	208 - 3Ø	1500	1	1	1500
1.2	Resistencia de calefacción	2	208 - 2Ø	60	1	1	120
1.3	Iluminación	2	208 - 2Ø	25	0,5	0,2	5
1.4	Toma 1Ø - 15 A	1	120	1800	0,5	0,3	270
	TOTAL						1895

CIRCUITO RAMAL –Q1.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.2) AUTOTRANSFORMADOR Nº2 230/115 kV	1	208 - 3Ø				
2.1	Motor cambiador de tomas	1	208 - 3Ø	1500	1	1	1500
2.2	Resistencia de calefacción	2	208 - 2Ø	60	1	1	120
2.3	Iluminación	2	208 - 2Ø	25	0,5	0,2	5
2.4	Toma 1Ø - 15 A	1	120	1800	0,5	0,3	270
	TOTAL						1895



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	6 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.3) TAB. 208-120 Vca CAD Nº1 PATIO 230 kV	1	208 - 3Ø				
3.1	Ilum, tomas, A/A y Calefacción	1	208 - 3Ø	47945	1	1	47945,25
	TOTAL						47945

CIRCUITO RAMAL –Q1.4

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AUTOTRANSFORMADOR Nº3 230/115 kV	1	208 - 3Ø				
4.1	Motor cambiador de tomas	1	208 - 3Ø	1500	1	1	1500
4.2	Resistencia de calefacción	2	208 - 2Ø	60	1	1	120
4.3	Iluminación	2	208 - 2Ø	25	0,5	0,2	5
4.4	Toma 1Ø - 15 A	1	120	1800	0,5	0,3	270
	Nota : carga futura						
	TOTAL						1895

CIRCUITO RAMAL –Q1.5

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.5) RECTIFICADOR Nº1 - 48 Vcc	1	208 - 3Ø				
5.1	Rectificador	1	208 - 3Ø	5500	1	1	5500
	TOTAL						5500



PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TÍTULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
7 de 24

REV:
a

CIRCUITO RAMAL –Q1.6

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
6	CIRCUITO RAMAL (-Q1.6) TAB. 208-120 Vca CAD Nº2 PATIO 115 kV	1	208 - 3Ø				
6.1	Ilum, tomas, A/A y Calefacción	1	208-3Ø	52658	1	1	52657,75
	TOTAL						52658

CIRCUITO RAMAL –Q1.7

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
7	CIRCUITO RAMAL (-Q1.7) RECTIFICADOR Nº2 - 48 Vcc	1	208 - 3Ø				
7.1	Rectificador	1	208 - 3Ø	5500	1	1	5500
	TOTAL						5500

CIRCUITO RAMAL –Q1.8

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
8	CIRCUITO RAMAL (-Q1.8) INVERSOR S.C.N.	1	208 - 3Ø				
8.1	Inversor	1	120	1500	1	1	1500
8.2	Resistencia de calefacción	1	120	60	1	1	60
8.3	Iluminación	1	120	60	0,5	0,2	6
	TOTAL						1566



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TÍTULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	9 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.12

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
12	CIRCUITO RAMAL (-Q1.12) SALA GENERADOR DIESEL	1	208 - 3Ø				
12.1	Iluminación Interior	4	120	150	0,5	0,2	60
12.2	Iluminación Exterior	4	120	150	0,5	0,2	60
12.3	Toma 1Ø - 15 A	4	120	1800	0,5	0,3	1080
12.4	Toma 2Ø - 30 A	1	208 - 2Ø	6240	0,5	0,3	936
12.5	Toma 3Ø - 30 A	1	209 - 3Ø	10795	0,5	0,3	1619,25
	TOTAL						3755

CIRCUITO RAMAL –Q1.13

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
13	CIRCUITO RAMAL (-Q1.13) SALA HIDRONEUMÁTICO	1	208 - 3Ø				
13.1	Bomba 1,5 HP	1	208 - 2Ø	1500	1	0,1	150
13.2	Compresor 1 HP	1	208 - 2Ø	1000	1	0,1	100
13.3	Iluminación Interior	4	120	100	0,5	0,2	40
13.4	Iluminación Exterior	4	120	100	0,5	0,2	40
13.5	Toma 1Ø - 15 A	2	120	1800	0,5	0,3	540
	TOTAL						870

CIRCUITO RAMAL –Q1.14

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
14	CIRCUITO RAMAL (-Q1.14) CALEFAC. E ILUM. TABLEROS	1	208 - 3Ø				
14.1	Calefacción	20	120	100	1	1	2000
14.2	Iluminación	20	120	100	0,5	0,2	200
	TOTAL						2200



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	10 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.15

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
15	CIRCUITO RAMAL (-Q1.15) PLANTA TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS	1	208 - 3Ø				
15.1	Iluminación Interior	4	120	100	0,5	0,2	40
15.2	Iluminación Exterior	2	120	100	0,5	0,2	20
15.3	Planta (1/6 Hp)	1	208 - 2Ø	150	0,5	0,3	22,5
15.4	Toma 2Ø - 30 A	1	208 - 2Ø	6240	0,5	0,3	936
15.5	Toma 1Ø - 15 A	2	120	1800	0,5	0,3	540
	TOTAL						1559

CIRCUITO RAMAL –Q1.16,-Q1.17 Y –Q1.19

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL RESERVAS	3	208 - 3Ø				
1.16	RESERVA EQUIPADA	1		2880,00	1	1	2880,00
1.17	RESERVA EQUIPADA	1		2880,00	1	1	2880,00
1.18	RESERVA EQUIPADA	1		2880,00	1	1	2880,00
	TOTAL						8640

 	PROYECTO: S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA		Nº:		
	CONTRATISTA:		FECHA: 06/2010	HOJA: 11 de 24	REV: a

A continuación se presentan las cargas correspondientes a las Casas de Adquisición de Datos (CAD N° 1, CAD N°2 y CAD N°3) de la subestación.

CAD N°1:

CIRCUITO RAMAL –Q1.1.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.1) TABLERO SERVICIOS AUX. CAD N°1	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación interior	10	120	160	0,5	0,2	160
1.2	Iluminación exterior	4	120	100	0,5	0,2	40
1.3	Toma 3Ø - 30 A	1	208 - 3Ø	10795	0,5	0,3	1619,25
1.4	Toma 1Ø - 15 A	6	120	1800	0,5	0,3	1620
1.5	Aire Acondicionado 36000 BTU (c/u)	2	208 - 2Ø	6400	1	1	12800
	TOTAL						16239

CIRCUITO RAMAL –Q1.2.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.2) ILUM + TOMAS TABLEROS CAD N°1	1	208 - 3Ø				
2,1	Iluminación	24	120	100	0,5	0,2	240
2,2	Toma 1Ø - 15 A	24	120	1800	0,5	0,3	6480
	Nota: incluye cargas futuras						
	TOTAL						6720



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	12 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.3.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.3) CALEFACCIÓN TABLEROS CAD Nº1	1	208 - 3Ø				
3,1	Resistencia de calefacción	24	120	100	1	1	2400
	Nota: incluye cargas futuras						
	TOTAL						2400

CIRCUITO RAMAL –Q1.4.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) ANILLO SECCIÓN I 230 kV	1	208 - 3Ø				
4,1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	7720	1	1	7720
	TOTAL						7720

CIRCUITO RAMAL –Q1.5.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.5) ANILLO SECCIÓN II 230 kV	1	208 - 3Ø				
5,1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	6226	1	1	6226
	TOTAL						6226

PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TÍTULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
13 de 24

REV:
a

ANILLO SECCION I – 230 kV – CAD N°1:

Armario de Reagrupamiento - Acople

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR ACOPLA CAD N°1	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
1.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
1.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
1.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
1.5	Calefacción Interruptor (M120)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
1.6	Calefac. Seccionadores (M124-M128)	2	208 - 2Ø	50	1	1	100
	TOTAL						1494

Armario de Reagrupamiento – Salida de Autotransformador N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR AUTO N°1 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
2.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
2.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
2.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
2.5	Calefacción Interruptor (M110)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
2.6	Calefac. Secc. (M114-M113-M116)	3	208 - 2Ø	50	1	1	150
	TOTAL						1544

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°2 - OASIS

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°2 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
3.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
3.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
3.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
3.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
3.5	Calefacción Interruptor (M205)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
3.6	Calefac. Secc. (M204-M206-M203-M201)	4	208 - 2Ø	50	1	1	200
	TOTAL						1594

PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TITULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
14 de 24

REV:
a

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°1 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
4.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
4.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
4.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
4.5	Calefacción Interruptor (M105)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
4.6	Calefac. Secc. (M104-M106-M103-M101)	4	208 - 2Ø	50	1	1	200
	TOTAL						1594

Armario de Reagrupamiento – Transferencia N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR TRANSFERENCIA N°1 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
5.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
5.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
5.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
5.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
5.5	Calefacción Interruptor (M130)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
5.6	Calefac. Secc. (M134-M136)	2	208 - 2Ø	50	1	1	100
	TOTAL						1494

ANILLO SECCION II – 230 kV – CAD N°1:

Armario de Reagrupamiento – Autotransformador N°2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR AUTO N°2 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
1.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
1.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
1.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
1.5	Calefacción Interruptor (M210)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
1.6	Calefac. Secc. (M214-M213-M216)	3	208 - 2Ø	50	1	1	150
	TOTAL						1544

PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TITULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
15 de 24

REV:
a

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°6

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°6 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
2.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
2.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
2.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
2.5	Calefacción Interruptor (M605)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
2.6	Calefac. Secc. (M604-M606-M603-M601)	4	208 - 2Ø	50	1	1	200
	TOTAL						1594

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°7

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°7 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
3.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
3.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
3.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
3.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
3.5	Calefacción Interruptor (M705)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
3.6	Calefac. Secc. (M704-M706-M703-M701)	4	208 - 2Ø	50	1	1	200
	TOTAL						1594

Armario de Reagrupamiento – Transferencia N°2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR TRANSFERENCIA N°2 CAD N°1	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
4.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
4.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
4.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
4.5	Calefacción Interruptor (M230)	3	208 - 2Ø	100	1	1	300
4.6	Calefac. Secc. (M234-M236)	2	208 - 2Ø	50	1	1	100
	TOTAL						1494



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	16 de 24	a

CAD N°2:

CIRCUITO RAMAL –Q1.1.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.1) TABLERO SERVICIOS AUX. CAD N°2	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación interior	10	120	160	0,5	0,2	160
1.2	Iluminación exterior	4	120	100	0,5	0,2	40
1.3	Tomacorriente 3Ø - 30 A	1	208 - 3Ø	10975	0,5	0,3	1646,25
1.4	Tomacorriente 1Ø - 15 A	6	120	1800	0,5	0,3	1620
1.5	Aire Acondicionado 36000 BTU (c/u)	2	208 - 2Ø	6400	1	1	12800
	TOTAL						16266

CIRCUITO RAMAL –Q1.2.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.2) ILUM + TOMAS TABLEROS CAD N°2	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	24	120	100	0,5	0,2	240
2.2	Tomacorriente 1Ø - 15 A	24	120	1800	0,5	0,3	6480
	TOTAL						6720

CIRCUITO RAMAL –Q1.3.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.3) CALEFACCIÓN TABLEROS CAD N°2	1	208 - 3Ø				
3.1	Resistencia de calefacción	24	120	100	1	1	2400
	TOTAL						2400



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	17 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.4.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) ANILLO SECCIÓN I 115 kV	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	6365	1	1	6365
	TOTAL						6365

CIRCUITO RAMAL –Q1.5.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.5) ANILLO SECCIÓN I 34,5 kV	1	208 - 3Ø				
5.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	6279	1	1	6279
	TOTAL						6279

CIRCUITO RAMAL –Q1.6.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
6	CIRCUITO RAMAL (-Q1.6) ANILLO SECCIÓN II 34,5 kV	1	208 - 3Ø				
6.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	3140	1	1	3139,5
	TOTAL						3140



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TITULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	18 de 24	a

CIRCUITO RAMAL –Q1.7.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL (-Q1.7) TRANSF 115/ 34,5 kV N°3	1	208 - 3Ø				
7.1	Motor Cambiador de Tomas	1	208-3Ø	800	1	1	800
	Ventilación	6	208-3Ø	344	1	1	2064
	TOTAL						2864

CIRCUITO RAMAL –Q1.8.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL (-Q1.8) TRANSF 115/ 34,5 kV N°4	1	208 - 3Ø				
8.1	Motor Cambiador de Tomas	1	208-3Ø	800	1	1	800
	Ventilación	6	208-3Ø	344	1	1	2064
	TOTAL						2864

ANILLO SECCION I – 115 kV – CAD N°2:

Armario de Reagrupamiento – Acople

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR ACOPLE CAD N°2	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
1.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
1.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
1.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
1.5	Calefacción Interruptor (H120)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
1.6	Calefac. Seccionadores (H124-H128)	2	208 - 2Ø	30	1	1	60
	TOTAL						1234

PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TITULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
19 de 24

REV:
a

Armario de Reagrupamiento – Transferencia N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR TRANSFERENCIA N°1 CAD N°2	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
2.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
2.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
2.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
2.5	Calefacción Interruptor (H130)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
2.6	Calefac. Secc. (H134-H136)	2	208 - 2Ø	30	1	1	60
	TOTAL						1234

Armario de Reagrupamiento – Llegada Autotransformador N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR AUTO N°1 CAD N°2	1	208 - 3Ø				
3.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
3.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
3.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
3.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
3.5	Calefacción Interruptor (H180)	1	208 - 2Ø	100	1	1	100
3.6	Calefac. Secc. (H184-H183-H186)	3	208 - 2Ø	30	1	1	90
	TOTAL						1284

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°1 CAD N°2	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
4.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
4.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
4.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
4.5	Calefacción Interruptor (H105)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
4.6	Calefac. Secc. (H104-H106-H103-H101)	4	208 - 2Ø	30	1	1	120
	TOTAL						1294



PROYECTO:				
S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV				
TÍTULO:		Nº:		
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA				
CONTRATISTA:		FECHA:	HOJA:	REV:
		06/2010	20 de 24	a

Armario de Reagrupamiento – Salida Transformador 115 /34, 5 kV

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA AUTO 115/34.5 kV Nº3 y 4	1	208 - 3Ø				
5.1	Iluminación	1	120	50	0,5	0,2	5
5.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
5.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
5.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
5.5	Calefacción Interruptor (M110)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
5.6	Calefac. Secc. (H114-H116-H113-H115A-H115-B)	5	208 - 2Ø	30	1	1	150
	TOTAL						1319

CAD Nº3:

CIRCUITO RAMAL –Q1.1.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.1) TABLERO SERVICIOS AUX. CAD Nº3	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación interior	10	120	160	0,5	0,2	160
1.2	Iluminación exterior	4	120	100	0,5	0,2	40
1.3	Toma 3Ø - 30 A	1	208 - 3Ø	10975	0,5	0,3	1646,25
1.4	Toma 1Ø - 15 A	6	120	1800	0,5	0,3	1620
1.5	Aire Acondicionado 36000 BTU (c/u)	2	208 - 2Ø	6400	1	1	12800
	TOTAL						16266

CIRCUITO RAMAL –Q1.2.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.2) ILUM + TOMAS TABLEROS CAD Nº3	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	24	120	100	0,5	0,2	240
2.2	Toma 1Ø - 15 A	24	120	1800	0,5	0,3	6480
	TOTAL						6720



PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TÍTULO:

ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
21 de 24

REV:
a

CIRCUITO RAMAL –Q1.3.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.3) CALEFACCIÓN TABLEROS CAD N°3	1	208 - 3Ø				
3.1	Resistencia de calefacción	24	120	100	1	1	2400
	TOTAL						2400

CIRCUITO RAMAL –Q1.4.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) ANILLO SECCIÓN N°2 115 kV	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	5061	1	1	5061
	TOTAL						5061

CIRCUITO RAMAL –Q1.5,3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.5) ANILLO SECCIÓN N°1 13,8 kV	1	208 - 3Ø				
5.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	5233	1	1	5232,5
	TOTAL						5233



PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TÍTULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
22 de 24

REV:
a

CIRCUITO RAMAL –Q1.6.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
6	CIRCUITO RAMAL (-Q1.6) ANILLO SECCIÓN Nº2 13,8 kV	1	208 - 3Ø				
6.1	Iluminación, tomas y calefacción	1	208-3Ø	5233	1	1	5232,5
	TOTAL						5233

CIRCUITO RAMAL –Q1.7.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL (-Q1.7) TRANSF 115/ 13,8 kV Nº1	1	208 - 3Ø				
7.1	Motor Cambiador de Tomas	1	208-3Ø	800	1	1	800
	Ventilación	6	208-3Ø	344	1	1	2064
	TOTAL						2864

CIRCUITO RAMAL –Q1.8.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL (-Q1.8) TRANSF 115/ 13,8 kV Nº2	1	208 - 3Ø				
8.1	Motor Cambiador de Tomas	1	208-3Ø	800	1	1	800
	Ventilación	6	208-3Ø	344	1	1	2064
	TOTAL						2864

PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TITULO:

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA**

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
23 de 24

REV:
a

ANILLO SECCION II- 115 kV – CAD N°3:

Armario de Reagrupamiento – Transferencia N°2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR TRANSFERENCIA N°2 CAD N°3	1	208 - 3Ø				
1.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
1.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
1.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
1.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
1.5	Calefacción Interruptor (H230)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
1.6	Calefac. Secc. (H234-H236)	2	208 - 2Ø	30	1	1	60
	TOTAL						1234

Armario de Reagrupamiento – Llegada Autotransformador N°2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR LLEGADA AUTO N°2 CAD N°3	1	208 - 3Ø				
2.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
2.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
2.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
2.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
2.5	Calefacción Interruptor (H280)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
2.6	Calefac. Secc. (H284-H283-H286)	3	208 - 2Ø	30	1	1	90
	TOTAL						1264

Armario de Reagrupamiento – Salida de Línea N°6

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA LÍNEA N°6 CAD N°3	1	208 - 3Ø				
3.1	Iluminación	1	120	100	0,5	0,2	10
3.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
3.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
3.4	Calefacción	1	120	100	1	1	100
3.5	Calefacción Interruptor (H605)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
3.6	Calefac. Secc. (H604-H606-H603-H601)	4	208 - 2Ø	30	1	1	120
	TOTAL						1294



PROYECTO:

S/E xxxxx 230/115/34.5/13.8KV

TÍTULO:

ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
24 de 24

REV:
a

Armario de Reagrupamiento – Salida de Transformador 115/13,8 kV

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) AR SALIDA AUTO 115/13.8 kV Nº1 y 2	1	208 - 3Ø				
4.1	Iluminación	1	120	50	0,5	0,2	5
4.2	Toma 2Ø - 20 A	1	208 - 2Ø	4160	0,5	0,3	624
4.3	Toma 1Ø - 20 A	1	120	2400	0,5	0,3	360
4.4	Calefacción	1	120	50	1	1	50
4.5	Calefacción Interruptor (H210)	1	208 - 2Ø	80	1	1	80
4.6	Calefac. Secc. (H214-H216-H213-H215A-H215B)	5	208 - 2Ø	30	1	1	150
	TOTAL						1269

Consideración de cargas Futuras.

ITEM	IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO RAMAL	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA 3Ø UTIL (KW)	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	POTENCIA 3Ø UTIL (KVA)
CARGAS FUTURAS CONSIDERADAS						
1	AR AUTOTRANSFORMADOR Nº3	1	208 - 3Ø	1,895	0,9	2,106
2	AR SALIDA LINEA Nº3 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
3	AR SALIDA LINEA Nº4 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
4	AR SALIDA LINEA Nº5 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
5	AR SALIDA LINEA Nº2 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
6	AR SALIDA LINEA Nº3 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
7	AR SALIDA LINEA Nº4 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
8	AR SALIDA LINEA Nº5 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
9	AR SALIDA LINEA Nº7 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
10	AR SALIDA LINEA Nº8 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
11	AR SALIDA LINEA Nº9 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
12	INT SALIDA DE LÍNEA Nº1 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
13	INT SALIDA DE LÍNEA Nº7 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
14	INT SALIDA DE LÍNEA Nº8 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
15	INT SALIDA DE LÍNEA Nº2 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
16	INT SALIDA DE LÍNEA Nº10 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
17	INT SALIDA DE LÍNEA Nº11 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
18	INT SALIDA DE LÍNEA Nº12 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
19	INT SALIDA DE LÍNEA Nº12 13,8 kV	1	209 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
	SUB-TOTAL			20,970		23,300



C.A DE ADMINISTRACION Y FOMENTO ELECTRICO
(C.A.D.A.F.E.)

S/E XX 230/115/34.5/13.8KV

**ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 480 VCA**

CALCULADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:	
FECHA:	SERIE:	NUMERO:	Nº CONTRATO:	HOJAS Nº: 2 DE 12
POR CADAFA:	REVISADO POR: FECHA:	APROBADO POR: FECHA:	Nº ARCHIVO:	

 	PROYECTO: S/E xxxx 230/115/34.5/13.8KV	  <small>LATINO AMERICANA DE ELECTRIFICACION, S.A.</small> <small>CONSORCIO LAECA SEMI</small>		
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:  <small>CONSULTORES DE INGENIERIA</small>	FECHA:	HOJA: 2 de 10	REV: a

1. OBJETIVO

El presente documento tiene por objeto determinar las cargas esenciales y no esenciales de los tableros de Distribución de corriente alterna de 480Vca en la S/E xxxx 230/115/34,5/13,8 kV de CADAPE a fin de:

- Calcular la capacidad del transformador de Servicios Auxiliares 13.800/480 Vca.
- Calcular la capacidad del Generador Diesel para la alimentación de las cargas Esenciales
- Servir de base para la determinación de los cables alimentadores y ramales.
- Selección de los interruptores termomagnéticos de los diferentes circuitos.

Para alcanzar este objetivo se tomaron en cuenta las cargas consideradas en el “Estudio de Cargas Corriente Alterna Servicios Auxiliares 208 – 120 Vca”.

2. CRITERIOS, METODOLOGÍA Y DEFINICIONES.

El estudio de cargas consiste en un estudio detallado de todas las cargas actuales y de ampliaciones futuras previstas más las reservas, tomando en consideración los factores de utilización individuales y los factores de simultaneidad de grupos de cargas.

A continuación se definen los tipos de factores a utilizar y los conceptos básicos:

Carga Conectada:

Corresponde a la sumatoria de las potencias instalada de todos los equipos eléctricos conectados al sistema ó circuito.

 	PROYECTO:			
	TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 3 de 10	REV: a

Demanda Máxima:

Es la sumatoria de las demandas permanentes y momentáneas vista por un circuito ó tablero, tomando en cuenta los factores de utilización de cada carga y los factores de simultaneidad de cada grupo de cargas.

Factor de Utilización (Fu):

Es la relación existente entre la Demanda máxima de un equipo eléctrico o circuito y la potencia nominal del mismo.

Factor de Simultaneidad (Fs):

Es la relación entre la Demanda máxima y la sumatoria de las demandas individuales.

Factor de demanda (Fd):

Es la relación entre la Demanda máxima y la carga conectada a un circuito ó tablero.

Carga Permanente:

Representa la carga conectada que requiere de alimentación permanente y que es siempre coincidente ($F_u = 1$), aun cuando es agrupada en diferentes paneles.

Carga Momentánea:

Son las cargas que se activan por corto tiempo (menos de un minuto) durante el ciclo de carga.

 	PROYECTO:			
	TÍTULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA	Nº:		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 4 de 10	REV: a

3. TABLAS DE CARGA

A continuación, se muestran las tablas con la carga estimada de cada uno de los circuitos ramales para los servicios auxiliares de corriente alterna a 480 V de la subestación XXX 230/115/34,5/13,8 kV.

I. BARRA Nº 1 - 480 VOLTIOS: SERVICIOS ESENCIALES

CIRCUITO RAMAL -Q1.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
1	CIRCUITO RAMAL (-Q1.1) SISTEMA ENFRIAMIENTO AUTO Nº1 230/115 kV	1	480 - 3Ø				
1.1	Motor ventilador	10	480 - 3Ø	470	1	1	4700
1.2	Bomba recirculación de aceite	2	480 - 3Ø	2000	1	1	4000
	TOTAL						8700

CIRCUITO RAMAL -Q1.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
2	CIRCUITO RAMAL (-Q1.2) SISTEMA ENFRIAMIENTO AUTO Nº2 230/115 kV	1	480 - 3Ø				
2.1	Motor ventilador	10	480 - 3Ø	470	1	1	4700
2.2	Bomba recirculación de aceite	2	480 - 3Ø	2000	1	1	4000
	TOTAL						8700

PROYECTO:				
TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA		Nº:		
CONTRATISTA:		FECHA: 06/2010	HOJA: 5 de 10	REV: a

CIRCUITO RAMAL –Q1.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
3	CIRCUITO RAMAL (-Q1.3) SISTEMA ENFRIAMIENTO AUTO Nº3 230/115 kV	1	480 - 3Ø				
3.1	Motor ventilador	10	480 - 3Ø	470	1	1	4700
3.2	Bomba recirculación de aceite	2	480 - 3Ø	2000	1	1	4000
	Nota: carga futura						
	TOTAL						8700

CIRCUITO RAMAL –Q1.4

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
4	CIRCUITO RAMAL (-Q1.4) RECTIFICADOR/CARGADOR Nº1 - 110 Vcc	1	480 - 3Ø				
4.1	Rectificador	1	480 - 3Ø	32350	0,5	1	16175
	TOTAL						16175

CIRCUITO RAMAL –Q1.5

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
5	CIRCUITO RAMAL (-Q1.5) RECTIFICADOR/CARGADOR Nº2 - 110 Vcc	1	480 - 3Ø				
5.1	Rectificador	1	480 - 3Ø	32350	0,5	1	16175
	TOTAL						16175

PROYECTO:				
TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA		Nº:		
CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 6 de 10	REV: a	

CIRCUITO RAMAL –Q1.6

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
6	CIRCUITO RAMAL (-Q1.6) ILUMINACIÓN PATIO TORRE Nº2	1	480 - 3Ø				
6.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
6.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
6.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

CIRCUITO RAMAL –Q1.7

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
7	CIRCUITO RAMAL (-Q1.7) ILUMINACIÓN PATIO TORRE Nº3	1	480 - 3Ø				
7.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
7.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
7.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

CIRCUITO RAMAL –Q1.8

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
8	CIRCUITO RAMAL (-Q1.8) ILUMINACIÓN PATIO TORRE Nº4	1	480 - 3Ø				
8.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
8.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
8.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

PROYECTO:				
TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA		Nº:		
CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 7 de 10	REV: a	

CIRCUITO RAMAL –Q1.9

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
9	CIRCUITO RAMAL (-Q1.9) TRANSFORMADOR TSACA-3	1	480 - 3Ø				
9.1	Servicios auxiliares esenciales	1	480 - 3Ø	241170	1	1	241170
	TOTAL						241170

CIRCUITO RAMAL –Q1.10 Y –Q11

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL RESERVAS	3	480 - 3Ø				
1.10	RESERVA EQUIPADA	1		4500	1	1	4500,0
1.11	RESERVA EQUIPADA	1		4500	1	1	4500,0
1.12	RESERVA EQUIPADA	1		4500	1	1	4500,0
	TOTAL						13500

II. BARRA Nº 2 - 480 VOLTIOS: SERVICIOS NO ESENCIALES

CIRCUITO RAMAL –Q2.1

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
12	CIRCUITO RAMAL (-Q2.1) TOMAS DE POTENCIA AUTOS 230/115 kV	1	480 - 3Ø				
12.1	Auto Nº1	1	480 - 3Ø	26572,8	0,5	0,3	3985,9
12.2	Auto Nº2	1	480 - 3Ø	26572,8	0,5	0,3	3985,9
	TOTAL						7972

PROYECTO:				
TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA		Nº:		
CONTRATISTA:		FECHA: 06/2010	HOJA: 8 de 10	REV: a

CIRCUITO RAMAL –Q2.2

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
13	CIRCUITO RAMAL (-Q2.2) TOMAS DE POTENCIA AUTOS 230/115 kV	1	480 - 3Ø				
13.1	Auto N°3	1	480 - 3Ø	26572,8	0,5	0,4	5314,56
	Nota: carga futura						
	TOTAL						5315

CIRCUITO RAMAL –Q2.3

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
14	CIRCUITO RAMAL (-Q2.3) ILUMINACIÓN PATIO TORRE N°1	1	480 - 3Ø				
14.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
14.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
14.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

PROYECTO:				
TITULO: ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 480 VCA		Nº:		
CONTRATISTA:		FECHA: 06/2010	HOJA: 9 de 10	REV: a

CIRCUITO RAMAL –Q2.4

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
15	CIRCUITO RAMAL (-Q2.4) ILUMINACIÓN PATIO TORRE Nº5	1	480 - 3Ø				
15.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
15.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
15.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

CIRCUITO RAMAL –Q2.5

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
16	CIRCUITO RAMAL (-Q2.5) ILUMINACIÓN PATIO TORRE Nº6	1	480 - 3Ø				
16.1	Luminaria de 1000 w	6	480 - 2Ø	1000	1	1	6000
16.2	Iluminación gabinete de control	1	120	60	0,5	0,2	6
16.3	Calefacción gabinete de control	1	120	80	1	1	80
	TOTAL						6086

CIRCUITO RAMAL –Q2.6

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
17	CIRCUITO RAMAL (-Q2.6) MÁQUINA TRATAMIENTO DE ACEITE	1	480 - 3Ø				
17.1	Máquina tratamiento de aceite	1	480 - 3Ø	90000	1	1	90000
	TOTAL						90000

PROYECTO:

TÍTULO:
ESTUDIO DE CARGAS SERVICIOS AUXILIARES
CORRIENTE ALTERNA 480 VCA

Nº:

CONTRATISTA:

FECHA:
06/2010

HOJA:
10 de 10

REV:
a

CIRCUITO RAMAL –Q2.7

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
18	CIRCUITO RAMAL (-Q2.7) TRANSFORMADOR TSACA-4	1	480 - 3Ø				
18.1	Servicios auxiliares esenciales	1	480 - 2Ø	0	1	1	0
	Nota:TSACA-4 tomará carga cuando TRF. TSACA-3 este fuera de servicio						
	TOTAL						0

CIRCUITO RAMAL –Q2.8, -Q2.9 Y –Q2.10

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Fs)	POTENCIA UTIL (W)
	CIRCUITO RAMAL RESERVAS	3	480 - 3Ø				
2.8	RESERVA EQUIPADA	1			1	1	4,5
2.9	RESERVA EQUIPADA	1			1	1	4,5
2.10	RESERVA EQUIPADA	1			1	1	4,5
	TOTAL						14

S/E xxx 230/115/34.5/13.8KV

**NOTA DE CÁLCULO
 TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES
 CORRIENTE ALTERNA**

CALCULADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:	
FECHA:	SERIE:	NUMERO:	Nº CONTRATO:	HOJAS Nº:
JUNIO 2010	D	025		2 DE 10
POR CADAFAE:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	Nº ARCHIVO:	
	FECHA:	FECHA:		

 	PROYECTO: S/E PARIAGUAN 230/115/34.5/13.8KV	 		
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA: 	FECHA: 06/2010	HOJA: 2 de 9	REV: a

TABLA DE CONTENIDO

	Hoja
PORTADA.....	1
TABLA DE CONTENIDO.....	3
1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
2. CAPACIDAD TRANSF 13000/480 V.....	5
3. CAPACIDAD TRANSF 480/208 -120 V.....	8

 	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 3 de 9	REV: a

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de servicios auxiliares de corriente alterna estará formado por dos transformadores trifásicos, en su primer nivel de servicio, de relación 13800/480 voltios conexión Dyn 5 cuyas capacidades nominales serán definidas en el presente documento luego de establecidas cada una de las cargas pertenecientes al sistema de baja tensión de la subestación, la alimentación desde el lado de alta tensión a cada uno de los transformadores anteriormente señalados, provendrán: uno del delta terciario de 13.800 voltios del Autotransformador N°2 de 230/115/13,8 kV y el segundo de la barra a 34,5 kV Sección I de la subestación.

El cableado de fuerza de baja tensión derivado desde el devanado secundario de cada uno de los transformadores trifásicos, será trasladado hacia la barra de 480 voltios de servicios auxiliares ubicado en la casa de mando de la subestación a través de los canales de cables destinados para tal fin.

Desde la barra de 480 voltios de los tableros anteriormente señalados, se distribuyen cada uno de los circuitos ramales que alimentan las distintas cargas que operan en este nivel de tensión, así como los dos circuitos trifásicos que alimenta los transformadores secos de relación 480/208-120 voltios ubicados dentro de la casa de mando. Desde allí mediante cables de fuerza de baja tensión se alimenta la barra de 208 voltios en el Tablero de Fuerza +NG2 de servicios auxiliares. La capacidad de carga de cada circuito en ambos niveles de tensión así como sus respectivos dispositivos termomagnéticos de protección asociados serán dimensionados a partir de la información de cada ramal y cálculo del conductor.

2. CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR 13800/480 VOLTIOS.

La capacidad de los transformadores para alimentar los servicios auxiliares de 480 voltios se determina a partir de la sumatoria de las cargas conectadas en cada circuito ramal a 480 Vca de la subestación.

	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 4 de 9	REV: a

En la siguiente tabla se resumen las cargas (esenciales y no esenciales) estimadas en cada uno de los circuitos, las cuales se encuentran detalladas en el “Estudio de Cargas Corriente Alterna Servicios Auxiliares 480 VCA”,

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA 3Ø-UTIL (KW)	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	POTENCIA 3Ø-UTIL (KVA)
	IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO RAMAL	20				
SERVICIOS ESENCIALES						
1	CIRCUITO -Q1.1	1	480 - 3Ø	8,700	0,9	9,667
2	CIRCUITO -Q1.2	1	480 - 3Ø	8,700	0,9	9,667
3	CIRCUITO -Q1.3	1	480 - 3Ø	8,700	0,9	9,667
4	CIRCUITO -Q1.4	1	480 - 3Ø	16,175	0,9	17,972
5	CIRCUITO -Q1.5	1	480 - 3Ø	16,175	0,9	17,972
6	CIRCUITO -Q1.6	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
7	CIRCUITO -Q1.7	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
8	CIRCUITO -Q1.8	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
9	CIRCUITO -Q1.9	1	480 - 3Ø	241,170	0,9	267,967
10	CIRCUITO -Q1.10 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
11	CIRCUITO -Q1.11 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
12	CIRCUITO -Q1.11 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
	SUB-TOTAL			331,378		368,198
SERVICIOS NO ESENCIALES						
12	CIRCUITO -Q2.1	1	480 - 3Ø	7,972	0,9	8,858
13	CIRCUITO -Q2.2	1	480 - 3Ø	5,315	0,9	5,905
14	CIRCUITO -Q2.3	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
15	CIRCUITO -Q2.4	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
16	CIRCUITO -Q2.5	1	480 - 3Ø	6,086	0,9	6,762
17	CIRCUITO -Q2.6	1	480 - 3Ø	90,000	0,9	100,000
18	CIRCUITO -Q2.7	1	480 - 3Ø	0	0,9	0,000
19	CIRCUITO -Q2.8 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
20	CIRCUITO -Q2.9 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
21	CIRCUITO -Q2.10 (RESERVA)	1	480 - 3Ø	4,500	0,9	5,000
	SUB-TOTAL			135,044		150,05
	TOTAL			466,422		518,247

Los circuitos -Q1.9 y -Q2.7 corresponden a los alimentadores de los Transformadores 480/208-120 VCA respectivamente..

En la tabla resumen los circuitos ramales corresponden a:

 	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 5 de 9	REV: a

Servicios Esenciales

- Circuito Ramal –Q1.1 – Sistema de Enfriamiento Auto N°1 230/115/13,8 V.
- Circuito Ramal –Q1.2 – Sistema de Enfriamiento Auto N°2 230/115/13,8 V.
- Circuito Ramal –Q1.3 – Sistema de Enfriamiento Auto N°3 230/115/13,8V (Futuro).
- Circuito Ramal –Q1.4 – Rectificador/Cargador N°1 110 Vcc.
- Circuito Ramal –Q1.5 – Rectificador/Cargador N°2 110 Vcc.
- Circuito Ramal –Q1.6 – Iluminación Patio Torre N°2.
- Circuito Ramal –Q1.7 – Iluminación Patio Torre N°3.
- Circuito Ramal –Q1.8 – Iluminación Patio Torre N°4
- Circuito Ramal –Q1.9 – Transformador TSACA-3 480/208-120 Vca.

Servicios No Esenciales

- Circuito Ramal –Q2.1 – Toma de Potencia Auto N° 1 y N°2 230/115 /13,8 kV.
- Circuito Ramal –Q2.2 – Toma de Potencia Auto N° 3 230/115 /13,8 kV.
- Circuito Ramal –Q2.3 – Iluminación Patio Torre N°1.
- Circuito Ramal –Q2.4 – Iluminación Patio Torre N°5.
- Circuito Ramal –Q2.5 – Iluminación Patio Torre N°6.
- Circuito Ramal –Q2.6 – Máquina Tratamiento de Aceite.
- Circuito Ramal –Q2.7 – Transformador TSACA-4 480/208-120 Vca.

De acuerdo a la tabla resumen, la carga total estimada a ser atendida en los tableros 480 VCA es del orden de 520 KVA, en la etapa inicial. Al considerar las cargas futuras (ver tabla) y una reserva del 20%, se obtiene que los transformadores 13800/480-208 Voltios deben tener una capacidad de **650 KVA** para cubrir los requerimientos de la carga.



PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025	
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 6 de 9	REV: a

En el caso del Generador Diesel el mismo debe tener la potencia suficiente para cubrir las cargas esenciales, las cuales tienen un orden de 369 KVA. Al considerar la reserva del 20% el mismo debe tener una capacidad de **450KVA**.

 	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 7 de 9	REV: a

3. CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR 480/208 - 120 VOLTIOS

Similar al caso anterior, la capacidad del transformador para alimentar los servicios auxiliares de 208 - 120 Voltios se determina a partir de la sumatoria de las cargas conectadas en cada circuito ramal de la subestación, las cuales se resumen en la siguiente tabla.

ITEM	CARGAS INSTALADAS	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA 3Ø-UTIL (KW)	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	POTENCIA 3Ø-UTIL (KVA)
	IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO RAMAL	20				
SERVICIOS ESENCIALES						
1	CIRCUITO -Q1.1	1	208 - 3Ø	1,895	0,9	2,106
2	CIRCUITO -Q1.2	1	208 - 3Ø	1,895	0,9	2,106
3	CIRCUITO -Q1.3 *	1	208 - 3Ø	47,945	0,9	53,273
4	CIRCUITO -Q1.4	1	208 - 3Ø	1,895	0,9	2,106
5	CIRCUITO -Q1.5	1	208 - 3Ø	5,500	0,9	6,111
6	CIRCUITO -Q1.6 *	1	208 - 3Ø	52,658	0,9	58,509
7	CIRCUITO -Q1.7	1	208 - 3Ø	5,500	0,9	6,111
8	CIRCUITO -Q1.8	1	208 - 3Ø	1,566	0,9	1,740
9	CIRCUITO -Q1.9	1	208 - 3Ø	49,123	0,9	54,581
10	CIRCUITO -Q1.10	1	208 - 3Ø	3,769	0,9	4,188
11	CIRCUITO -Q1.11 *	1	208 - 3Ø	52,400	0,9	58,223
12	CIRCUITO -Q1.12	1	208 - 3Ø	3,755	0,9	4,173
13	CIRCUITO -Q1.13	1	208 - 3Ø	0,870	0,9	0,967
14	CIRCUITO -Q1.14	1	208 - 3Ø	2,200	0,9	2,444
15	CIRCUITO -Q1.15	1	208 - 3Ø	1,559	0,9	1,732
16	CIRCUITO -Q1.16	1	208 - 3Ø	2,880	0,9	3,200
17	CIRCUITO -Q1.17	1	208 - 3Ø	2,880	0,9	3,200
18	CIRCUITO -Q1.18	1	208 - 3Ø	2,880	0,9	3,200
	SUB-TOTAL			241,170		267,967

(*) Nota: Incluye la Reserva del CAD.

Donde los circuitos ramales son:

Servicios Esenciales

- Circuito Ramal –Q1.1 – Autotransformador N°1 230/115/13,8 V.
- Circuito Ramal –Q1.2 – Autotransformador N°2 230/115/13,8 V.
- Circuito Ramal –Q1.3 – Tab 208-120 VCA - CAD N°1 230 kV.
- Circuito Ramal –Q1.4 – Autotransformador N°3 230/115/13,8 V (Futuro)..

 	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 8 de 9	REV: a

- Circuito Ramal –Q1.6 – Tab 208-120 VCA - CAD N°2 115 kV.
- Circuito Ramal –Q1.7 – Rectificador N° 2 – 48 VCC.
- Circuito Ramal –Q1.8 – Inversor S.C.N.
- Circuito Ramal –Q1.9 – Iluminación, A/A y Tomas – Casa de Mando.
- Circuito Ramal –Q1.10 – Caseta de Vigilancia.
- Circuito Ramal –Q1.11 – Tab 208-120 VCA - CAD N°3 115 kV.
- Circuito Ramal –Q1.12 – Sala Generador Diesel.
- Circuito Ramal –Q1.13 – Sala Hidroneumático.
- Circuito Ramal –Q1.14 – Calefacción e Iluminación Tableros.
- Circuito Ramal –Q1.15 – Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

A continuación se presentan las cargas futuras consideradas:

ITEM	IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO RAMAL	CANT.	VOLTAJE DE OPERACIÓN (V)	POTENCIA 3Ø-UTIL (KW)	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	POTENCIA 3Ø-UTIL (KVA)
CARGAS FUTURAS CONSIDERADAS						
1	AR AUTOTRANSFORMADOR N°3	1	208 - 3Ø	1,895	0,9	2,106
2	AR SALIDA LINEA N°3 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
3	AR SALIDA LINEA N°4 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
4	AR SALIDA LINEA N°5 230 kV	1	208 - 3Ø	1,594	0,9	1,771
5	AR SALIDA LINEA N°2 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
6	AR SALIDA LINEA N°3 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
7	AR SALIDA LINEA N°4 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
8	AR SALIDA LINEA N°5 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
9	AR SALIDA LINEA N°7 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
10	AR SALIDA LINEA N°8 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
11	AR SALIDA LINEA N°9 115 kV	1	208 - 3Ø	1,294	0,9	1,438
12	INT SALIDA DE LÍNEA N°1 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
13	INT SALIDA DE LÍNEA N°7 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
14	INT SALIDA DE LÍNEA N°8 34,5 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
15	INT SALIDA DE LÍNEA N°2 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
16	INT SALIDA DE LÍNEA N°10 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
17	INT SALIDA DE LÍNEA N°11 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
18	INT SALIDA DE LÍNEA N°12 13,8 kV	1	208 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
19	INT SALIDA DE LÍNEA N°12 13,8 kV	1	209 - 3Ø	1,047	0,9	1,163
SUB-TOTAL				20,970		23,300

 	PROYECTO: S/E XXXXXX 230/115/34.5/13.8KV			
	TITULO: NOTA DE CALCULO TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIARES C.A.	Nº: SPA-D-025		
	CONTRATISTA:	FECHA: 06/2010	HOJA: 9 de 9	REV: a

De acuerdo a la tabla resumen de las cargas a ser alimentadas en 208 – 120 V, en el proyecto actual se requiere de una capacidad de transformación 480/208-120 V de 268 kVA, la cual aumenta a 350 KVA al considerarse las cargas futuras (23,3 kVA) y una reserva del 20%;

Estos resultados indican que la capacidad de los transformadores deben ser de **350 kVA**.

CALCULO DE CONDUCTORES EN CORRIENTE ALTERNA

1. OBJETIVO

El presente cálculo tiene como objetivo seleccionar los conductores para el cableado de fuerza de baja tensión a utilizarse en los servicios auxiliares de corriente alterna 208 VAC para la Subestación xx 230/115/ 34.5 k V.

2. CONDICIONES AMBIENTALES Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

CONDICIONES AMBIENTALES.

Para el cálculo de los conductores se utilizaron las condiciones ambientales que señalan las especificaciones particulares del proyecto, las cuales son:

Altura sobre el nivel del mar: <1000 metros

Temperatura ambiente máxima: = 40° C

Temperatura promedio ambiente: = 23° C

PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

Los parámetros eléctricos utilizados para el cálculo de conductores de 208 VAC son:

Voltaje nominal: 208 VAC

Frecuencia nominal: 60 Hz

Nivel de cortocircuito: 10 KA

Sistema puesta a Tierra: Sólidamente conectado a tierra.

3. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.

El criterio para la selección del conductor se basa en cuatro condiciones:

- Cálculo por capacidad térmica del conductor.
- Cálculo por caída de tensión en régimen permanente.
- Cálculo por caída de tensión en el arranque.
- Capacidad de cortocircuito admisible por el conductor.

Confidencial				CALCULO CONDUCTORES SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	PROYECTO:
EMISION ORIGINAL	CYMI	21/04/09	0		HOJA 2	REV. 0

Una vez obtenidos todos los resultados, el conductor seleccionado será aquel que posea la sección de conductor mayor, puesto que así nos aseguramos que el mismo cumpla con todos los criterios, garantizando así la seguridad de la instalación.

4. EJEMPLO DE CÁLCULO.

Cable de baja tensión desde el secundario del transformador de 13.800/208 V hasta el Tablero de 208 Vca en Casa de Mando.

Por capacidad térmica:

Se parte de la premisa que el cable de baja tensión debe poseer la capacidad del transformador de 13.800/208 V, resulta:

$$I_{nom} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_{nom}} = \frac{150 \times 10^3}{\sqrt{3} * 208} = 416.37 A$$

Cable monopolar 500 MCM

I_{nom} del 500 MCM instalado en bandejas = 430 A @ 90°C

Factor de utilización = $0,91 * 0,6/1,1 = 0,5$

Capacidad del 500 MCM = $430 * 0,5 = 215 A$

Por capacidad térmica se requerirán dos (02) cables de 500 MCM por fase.

Por caída de tensión en régimen permanente:

La condición básica de diseño para el cableado de fuerza por caída de tensión en régimen permanente, es el garantizar 208 voltios en la barra con el nivel de tensión anteriormente señalado, independientemente de las condiciones impuestas por la carga al sistema de baja tensión, partiendo de esta premisa y tomando en cuenta los parámetros obtenidos en el cálculo por capacidad térmica para el conductor 500 MCM tenemos:

I carga = 416,37 A

Impedancia del 500 MCM:

$r = 0,093 \text{ ohm/km}$

$X = 0,1142 \text{ ohm/km}$

Confidencial				CALCULO CONDUCTORES SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	PROYECTO:	
EMISION ORIGINAL		CYMI	21/04/09		0	HOJA	REV.
					3	0

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} * I * L * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{10 * KV_{LINEA}}$$

Donde:

I carga= 416,37 A

L = 70 mts. = 0,07 Km.

r= 0,093/2 = 0,0465 ohm/km

x= 0.1142/2 = 0,0571 ohm/km

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} * 416,37 * 0,07 * (0,0465 * 0,8 + 0,0571 * 0,6)}{10 * 0,208} = 1,729\%$$

Pero como la caída de Tensión de los transformadores hacia el Tablero principal; en este caso el CDA; debe ser menor al 1%; probamos con un calibre mayor que será un 750 MCM

Donde:

I carga= 416,37 A

L = 70 mts. = 0,07 Km.

r= 0,067/2 = 0,0335ohm/km

x= 0.1032/2 = 0,0516 ohm/km

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} * 416,37 * 0,07 * (0,0335 * 0,8 + 0,0516 * 0,6)}{10 * 0,208} = 1,37\%$$

El Calibre por caída de tension definitivo será el 750 MCM; aunque la caída de tension es superior al 1%, es importante considerar que el transformador no opera a plena carga.

Por cortocircuito:

Se calculará la sección del conductor de manera de verificar si el mismo es capaz de soportar la corriente de cortocircuito del sistema.

Para conductores de 90 °C, tenemos que:

Confidencial				CALCULO CONDUCTORES SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	PROYECTO:	
EMISION ORIGINAL					HOJA	REV.
CYMI	21/04/09	0	4		0	

$$S_{CABLE90^{\circ}C} = \frac{I * \sqrt{t}}{0,0719}$$

Donde:

I= corriente de cortocircuito (A) = 10.000 A

t= duración del cortocircuito (seg) = 0.05

Por lo tanto la sección del conductor es:

$$S_{CABLE90^{\circ}C} = \frac{10000 * \sqrt{0,05}}{0,0719} = 31099.68 \text{ Circular mils}$$

El cable a utilizar posee una sección de 500.000 Circular Mils, por lo que el cable sugerido cumple con la condición de cortocircuito.

Conclusión:

Se seleccionan dos (02) cables por fase calibre 750 MCM por satisfacer los requerimientos exigidos tanto por capacidad térmica, caída de tensión en régimen permanente y capacidad de cortocircuito.

5. ANEXOS.

Anexo Tabla con los conductores para servicios Auxiliares los cuales serán aislados en EPR-PVC a 90°, trenzado case B y del tipo multiconductor para calibres hasta el numero 4 AWG; Para los cables que van hacia la torre de Iluminación serán de aislamiento termoplástico, con una camisa exterior de neopreno o polivinil, que soporten una temperatura a 90°. Todos los conductores son clase 600 V.

Además en los anexos se incluyen las tablas con las ampacidades las resistencias y las reactancias de los conductores.

Confidencial				CALCULO CONDUCTORES SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE ALTERNA 208-120 VCA	PROYECTO:	
EMISION ORIGINAL					HOJA	REV.
	CYMI	21/04/09	0		5	0

	CIRCUITO	TENSION (V)	FASES	fp	Icc (A)	CAPACIDAD (VA)	k VA m	CORRIENTE (A)	CORRIENTE + % RESERVA (A)	CALIBRE POR CORRIENTE	CALIBRE POR CAP TERMICA	CALIBRE POR CORTOCIRCUITO	CALIBRE POR CAIDA DE TENSION	CAIDA DE TENSION (%)	CONDUCTOR SELECCIONADO	CAIDA TENSION DEFINITIVA	MULTICONDUCTOR	MULTICONDUCTOR A UTILIZAR	m
ALIMENTADORES	Q1.1 (CDA)	208	3	0,8	10000	18000	1359	49,96300406	62,45375508	6	6	4	2	1,884142428	2	1,884142428	N/A	4 X N/A AWG	75,5
	Q1.2 (CDA)	208	3	0,8	5000	2000	131	5,551444896	6,93930612	12	12	8	12	1,649417899	8	0,668837602	SI	4 X 8 AWG	65,5
	Q1.3 (CDA)	208	3	0,8	5000	1500	116,7	4,163583672	5,20447959	12	12	8	12	1,469366938	8	0,595827085	SI	4 X 8 AWG	77,8
	Q1.4 (CDA)	208	3	0,8	5000	22680	1367,604	62,95338512	78,6917314	4	4	8	2	1,896071171	2	1,896071171	SI	4 X 2 AWG	60,3
	Q1.5 (CDA)	208	3	0,8	5000	14667	146,67	40,71152115	50,88940143	8	8	8	8	0,748842832	6	0,479511637	SI	4 X 6 AWG	10
	Q1.6 (CDA)	208	3	0,8	5000	3160	245,848	8,771282936	10,96410367	12	12	8	8	1,255209059	8	1,255209059	SI	4 X 8 AWG	77,8
	Q2.1 (CDA)	208	3	0,8	5000	113453,38	862,245688	314,9150937	393,6438671	500	600	8	500	0,273676909	600	0,248206541	N/A	4 X N/A MCM	7,6
	Q2.2 (CDA)	208	3	0,8	5000	18000	1359	49,96300406	62,45375508	6	6	8	2	1,884142428	2	1,884142428	SI	4 X 2 AWG	75,5
	Q2.3 (CDA)	208	3	0,8	5000	2000	131	5,551444896	6,93930612	12	12	8	12	1,649417899	8	0,668837602	SI	4 X 8 AWG	65,5
	Q2.4 (CDA)	208	3	0,8	5000	1500	119,7	4,163583672	5,20447959	12	12	8	12	1,507139867	8	0,611143977	SI	4 X 8 AWG	79,8
	Q2.5 (CDA)	208	3	0,8	5000	11340	907,2	31,47669256	39,3458657	8	8	8	4	1,920628624	4	1,920628624	SI	4 X 4 AWG	80
	Q2.6 (CDA)	208	3	0,8	5000	890	53,845	2,470392979	3,087991223	12	12	8	12	0,677961121	8	0,274912677	SI	4 X 8 AWG	60,5
	Q2.7 (CDA)	208	3	0,8	5000	890	53,845	2,470392979	3,087991223	12	12	8	12	0,677961121	8	0,274912677	SI	4 X 8 AWG	60,5
	Q2.8 (CDA)	208	3	0,8	5000	2282	154,7196	6,334198626	7,917748283	12	12	8	12	1,948070822	8	0,789941116	SI	4 X 8 AWG	67,8
	Q2.9 (CDA)	208	3	0,8	5000	1800	18	4,996300406	6,245375508	12	12	8	12	0,226637574	8	0,09190135	SI	4 X 8 AWG	10
	Q2.10 (CDA)	208	1	0,8	5000	2000	40	9,615384615	12,01923077	12	12	8	10	1,917381657	8	1,225351331	SI	4 X 8 AWG	20
	P1 (SA2)	208	1	0,8	5000	16133,17	161,3317	77,56331731	96,95414663	2	2	8	2	1,342039298	2	1,342039298	SI	4 X 2 AWG	10
	P5 (SA2)	208	1	0,8	5000	12500	62,5	60,09615385	75,12019231	4	4	8	4	0,793910642	4	0,793910642	SI	4 X 4 AWG	5
	P6 (SA2)	208	1	0,8	5000	12500	62,5	60,09615385	75,12019231	4	4	8	4	0,793910642	4	0,793910642	SI	4 X 4 AWG	5
	P8 (SA2)	208	3	0,8	5000	2604	26,04	7,227981255	9,034976568	12	12	8	12	0,327869024	8	0,132950619	SI	4 X 8 AWG	10
P12 (SA2)	208	3	0,8	5000	2400	24	6,661733875	8,327167344	12	12	8	12	0,302183432	8	0,122535133	SI	4 X 8 AWG	10	
P17 (SA2)	208	3	1	5000	2400	24	6,661733875	8,327167344	12	12	8	12	0,370673077	8	0,146616124	SI	4 X 8 AWG	10	
TORRES DE ILUMINACION	TCA-TORRE1	208	2	0,9	5000	2444,44	407,488148	11,75211538	17,62817308	12	12	8	4	0,564493458	4	1,411233645	SI	4 X 4 AWG	166,7
	TCA-TORRE2	208	2	0,9	5000	2444,44	317,7772	11,75211538	17,62817308	12	12	8	6	0,686368269	6	1,715920672	SI	4 X 6 AWG	130
	TCA-TORRE3	208	2	0,9	5000	2444,44	146,6664	11,75211538	17,62817308	12	12	8	8	0,497796418	8	1,244491045	SI	4 X 8 AWG	60
	TCA-TORRE4	208	2	0,9	5000	2444,44	391,9170652	11,75211538	17,62817308	12	12	8	4	0,542922832	4	1,35730708	SI	4 X 4 AWG	160,33
	TCA-TORRE5	208	2	0,9	5000	2444,44	244,444	11,75211538	17,62817308	12	12	8	6	0,527975591	6	1,319938979	SI	4 X 6 AWG	100
	TCA-TORRE6	208	2	0,9	5000	2444,44	146,6664	11,75211538	17,62817308	12	12	8	8	0,497796418	8	1,244491045	SI	4 X 8 AWG	60
	TCAP-TORRE1	208	2	0,9	5000	2444,44	407,488148	11,75211538	17,62817308	12	12	8	4	0,564493458	4	1,411233645	SI	4 X 4 AWG	166,7
	TCAP-TORRE2	208	2	0,9	5000	2444,44	317,7772	11,75211538	17,62817308	12	12	8	6	0,686368269	6	1,715920672	SI	4 X 6 AWG	130
	TCAP-TORRE3	208	2	0,9	5000	2444,44	146,6664	11,75211538	17,62817308	12	12	8	8	0,497796418	8	1,244491045	SI	4 X 8 AWG	60
	TCAP-TORRE4	208	2	0,9	5000	2444,44	391,9170652	11,75211538	17,62817308	12	12	8	4	0,542922832	4	1,35730708	SI	4 X 4 AWG	160,33
	TCAP-TORRE5	208	2	0,9	5000	2444,44	244,444	11,75211538	17,62817308	12	12	8	6	0,527975591	6	1,319938979	SI	4 X 6 AWG	100
	TCAP-TORRE6	208	2	0,9	5000	2444,44	146,6664	11,75211538	17,62817308	12	12	8	8	0,497796418	8	1,244491045	SI	4 X 8 AWG	60

ALIMENTADOR PRINCIPAL TABLERO CDA		2 CONDUCTORES POR FASE CALIBRE 750 MCM																		
	TENSION (V)	FASES	fp	Icc (A)	CAPACIDAD (VA)	k VA m	CORRIENTE (A)	CORRIENTE + % RESERVA (A)	CALIBRE POR CORRIENTE	CALIBRE POR CAP TERMICA	CALIBRE POR CORTOCIRCUITO	CALIBRE POR CAIDA DE TENSION	CAIDA DE TENSION (%)	CONDUCTOR SELECCIONADO	CAIDA TENSION DEFINITIVA	MULTICONDUCTOR	MULTICONDUCTOR A UTILIZAR	m		
	208	3	0,8	10000	75000	4162,5	208,1791836	260,2239795	250	350	4	300	1,775489437	750	1,092386857	N/A	N/A X N/A MCN	55,5		