





**GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR EL DISEÑO
DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIONES
CONVENCIONALES DE MEDIA TENSIÓN PARA UN
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN LOCAL – SDL**

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 2 de 123

GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR EL DISEÑO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE SUBESTACIONES CONVENCIONALES DE MEDIA TENSIÓN PARA UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN LOCAL – SDL.

Versión No. 1

10/10/2023

	ELABORÓ		REVISÓ	
NOMBRE:	Sofía Fernanda Moscote Rueda	Harley Padilla	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
CARGO:	Estudiante Ing. Eléctrica	Estudiante Ing. Eléctrica	Director	Codirector





 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 3 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO.....	8
ALCANCE	9
METODOLOGÍA.....	10
DEFINICIONES.....	12
MARCO NORMATIVO EXTERNO	18
ALINEACIÓN REGULATORIA	19
CRITERIOS DE DISEÑO	22
PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL DISEÑO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS AUXILIARES	25
I. CONSIDERACIONES GENERALES OPORTUNAS.....	26
1. Recopilación de información	26
2. Parámetros e información técnica mínima necesaria.....	29
3. Cuadro de entradas y salidas mínimas para el dimensionamiento de cada equipo.....	30
II. ANÁLISIS DE CARGA	34
4. Cargas 125 VCC	35
5. Cargas 208/120 VCA	45
II. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS	57
6. Dimensionamiento del transformador.....	57
7. Dimensionamiento de la planta de emergencia	65
8. Dimensionamiento del cargador de baterías.....	73
9. Dimensionamiento del inversor	82
10. Dimensionamiento del banco de baterías	85
11. Dimensionamiento del sistema de transferencia.....	97
12. Dimensionamiento de la coordinación de protecciones	101
13. Dimensionamiento de tableros.....	105
ANEXOS	114

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 4 de 123

ANEXO 1. MARCO CONCEPTUAL SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA..	114
<i>Esenciales: Continuas</i>	114
<i>No esenciales: Temporales</i>	114
<i>De emergencia: Instantáneas:</i>	115
ANEXO 2. PARTES DE UN SISTEMA AC	117
<i>Transformadores:</i>	117
<i>Tablero principal:</i>	117
<i>Planta de emergencia</i>	118
<i>Alumbrado en subestaciones:</i>	118
ANEXO 3. MARCO CONCEPTUAL SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA .	120
<i>Fijas:</i>	120
<i>Transitorias:</i>	120
ANEXO 4. PARTES DE UN SISTEMA DC	121
<i>Baterías:</i>	121
<i>Cargadores</i>	121
<i>Celda</i>	121

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 5 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Lista de tablas

Tablas	Pag
Tabla 1. Cuestionamientos generales	26
Tabla 2. Parámetros e información técnica mínima necesaria	29
Tabla 3. Paso a paso	33
Tabla 4. Cargas permanentes	37
Tabla 5. Datos de entrada	37
Tabla 6. Cargas asociadas	38
Tabla 7. Cuadros de referencia para carga no permanentes	41
Tabla 8. Ejemplo de cargas no permanentes	41
Tabla 9. Potencias individuales en VA	42
Tabla 10. Potencias totales	43
Tabla 11. Factor de utilización	44
Tabla 12. Cuadro de referencias para cargas esenciales	46
Tabla 13. Potencias individuales	47
Tabla 14. Cargas permanentes en VA	48
Tabla 15. Cargas totales permanentes	49
Tabla 16. Factor de utilización	50
Tabla 17. Tabla de referencia para cargas no esenciales	52
Tabla 18. Datos de entradas de cargas no esenciales	53
Tabla 19. Potencias individuales en VA	54
Tabla 20. Cargas totales en VA	55
Tabla 21. Cargas con factor de utilización aplicada	56
Tabla 22. Valores normalizados para transformadores monofásicos	59
Tabla 23. Valores normalizados para transformadores trifásicos	59
Tabla 24. Máximas altitudes que puede operar	60
Tabla 25. Tipo de transformador	60
Tabla 26. Capacidad de sobrecarga	61
Tabla 27. Ejemplo de interpolación	64
Tabla 28. Valores normalizados para transformadores trifásicos	66
Tabla 29. Factor de humedad	67
Tabla 30. Factor de temperatura	68
Tabla 31. Factor de altitud	69
Tabla 32. Corrección por temperatura y por altura sobre el nivel del mar	75
Tabla 33. Factor de temperatura en las baterías	88
Tabla 34. Cuadro de carga continua en CC	91
Tabla 35. Cuadro de carga no continua en CC	91
Tabla 36. Cuadro de cargas momentáneas en CC	92
Tabla 37. Cálculo de la capacidad nominal de la batería	94





 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 6 de 123

Tabla 38. Resultados con las respectivas correcciones de diseño 96

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 7 de 123

Lista de figuras

Figuras	Pag
Figura 1. Paso a paso generalizado	25
Figura 2. Paso a paso de las cargas a alimentar	34
Figura 3. Paso a paso del transformador	57
Figura 4. Ejemplo de interpolación	64
Figura 5. Paso a paso de la planta de emergencia	65
Figura 6. Paso a paso del cargador rectificador	73
Figura 7. Flujo de corriente.....	74
Figura 8. Paso a paso del inversor.....	82
Figura 9. Paso a paso del banco de baterías	85
Figura 10. Diagrama de ciclo de trabajo.....	86
Figura 11. Ciclo de trabajo.....	89
Figura 12. Ejemplo diagrama de ciclo de trabajo	92
Figura 13. Cuadro de Excel del cálculo de la capacidad de la batería	95
Figura 14. Paso a paso del sistema de transferencia.....	97
Figura 15. Paso a paso de la coordinación de protecciones	102
Figura 16. Paso a paso de los tableros	105

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 8 de 123


INTRODUCCIÓN

En el panorama de los sistemas de distribución eléctrica, las subestaciones convencionales de media tensión emergen como pilares fundamentales, debido a que son los que permiten garantizar un suministro energético fiable hacia los usuarios finales. Sin embargo, para asegurar su óptimo desempeño, es imperativo contar con servicios auxiliares meticulosamente concebidos y configurados.

Los servicios auxiliares desempeñan un papel fundamental en la preservación ininterrumpida de la operatividad, el control y la interconexión de una subestación. Estos servicios se encargan de proveer la energía necesaria y otorgar el respaldo requerido para satisfacer las distintas cargas, tanto aquellas de carácter crítico como las que no lo son, así como para abordar la demanda interna de la subestación eléctrica, tanto en la forma de corriente alterna como de corriente continua. En caso de no realizar una selección, dimensionamiento y configuración apropiados de los servicios auxiliares, se corre el riesgo de comprometer el funcionamiento óptimo de la subestación y, de manera aún más preocupante, la continuidad en la provisión del servicio eléctrico necesario para satisfacer la demanda.



Con el objetivo de abordar esta problemática y garantizar la eficiencia y confiabilidad en el diseño de los servicios auxiliares de subestaciones convencionales de media tensión en un Sistema de Distribución Local (SDL), se ha desarrollado la presente guía metodológica. Esta guía tiene como propósito principal proporcionar una orientación clara y estructurada para el diseño de dichos servicios auxiliares, estableciendo criterios base en concordancia con los requerimientos del sistema y en cumplimiento de las normas aplicables. Al seguir esta guía, se espera lograr una reducción significativa en el tiempo de diseño y una mayor estandarización en la construcción de los servicios auxiliares de las subestaciones convencionales de media tensión en un SDL. Además, este trabajo se enmarca dentro de la temática más amplia del diseño de subestaciones eléctricas convencionales de media tensión en un SDL, lo que permite una sinergia con otros proyectos de diseño de componentes y promueve una mayor interacción con el operador de la red, así como el fortalecimiento de las habilidades de diseño en este campo.

A través de esta guía metodológica, se espera impulsar la mejora continua en la infraestructura eléctrica de los sistemas de distribución, fomentando la eficiencia operativa, la confiabilidad y la calidad del suministro eléctrico en beneficio de los usuarios finales.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 9 de 123

OBJETIVO

Desarrollar una guía metodológica para el diseño de los servicios auxiliares de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 10 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	



ALCANCE

El alcance de esta guía metodológica se centra en el desarrollo de un documento donde se fijan y proporcionen directrices y criterios base para la selección, dimensionamiento y configuración adecuada para orientar el diseño de los servicios auxiliares de subestaciones convencionales de media tensión en un Sistema de Distribución Local (SDL).

El alcance del trabajo abarca los siguientes aspectos:

- **Análisis de los servicios auxiliares requeridos:** Se realizará un estudio exhaustivo de los servicios auxiliares necesarios para mantener la operación, control y comunicación de la subestación eléctrica en un SDL. Esto incluye la identificación de las cargas críticas y no críticas, así como las demandas internas de corriente alterna y corriente continua.
- **Revisión de normativas y estándares aplicables:** Se analizarán las normas y estándares pertinentes relacionados con el diseño de servicios auxiliares en subestaciones convencionales de media tensión en un SDL. Esto asegurará que la guía metodológica esté en consonancia con los requisitos establecidos por los organismos reguladores.
- **Definición de criterios de diseño:** Se establecerán criterios base para la selección, dimensionamiento y configuración de los servicios auxiliares, considerando los requisitos del sistema y las normativas aplicables. Estos criterios permitirán una toma de decisiones coherente y fundamentada durante el diseño.
- **Desarrollo de la guía metodológica:** Se elaborará la guía metodológica propiamente dicha, que incluirá pasos, recomendaciones y ejemplos prácticos para el diseño de los servicios auxiliares. Se proporcionarán pautas claras y detalladas que permitan a los profesionales involucrados en el diseño de subestaciones de media tensión en un SDL aplicar de manera eficiente los conceptos y criterios establecidos.

Es importante destacar que el alcance del trabajo se centra específicamente en la guía metodológica para el diseño de los servicios auxiliares. Otros aspectos relacionados con el diseño de subestaciones eléctricas, como el dimensionamiento de equipos principales, no serán abordados en este trabajo, aunque se reconoce su interrelación y se promoverá la colaboración con otros proyectos de diseño en el mismo ámbito.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 11 de 123


METODOLOGÍA

Paso a Paso para Dimensionar Cargas:

1. Cuestionamientos generales
2. Determinar las cargas asociadas a las celdas
3. Segregar las cargas en CA y CC
 - a. VCC 125
 1. No permanentes o momentáneas cargas a 125 Vcc
 2. Permanentes a 125 vcc
 - b. VCA 208/120
 1. Cargas esenciales a 208/120 VCA
 2. Cargas no esenciales a 208-120 VCA
4. Dimensionamiento
 - a. Transformador
 - b. Grupo electrógeno
 - c. Cargador
 - d. Inversor
 - e. Banco de baterías
 - f. Protecciones
 - g. Sistema de transferencia
 - h. Tableros


Para realizar un cálculo preciso de las capacidades requeridas para los equipos que componen el sistema de servicios auxiliares, se propone el siguiente proceso:

1. **Cuestionamientos oportunos:** Es esencial que el primer paso involucre la formulación de las preguntas adecuadas. esta fase tiene un propósito fundamental: anticiparse a posibles inconvenientes que puedan surgir durante la puesta en servicio del sistema, relacionados con el contexto, ubicación, demanda energética, la criticidad de las cargas, la redundancia requerida y las necesidades operativas específicas, lo que permite es un marco sólido que minimiza los riesgos y garantiza un funcionamiento sin interrupciones de los servicios auxiliares.
2. **Determinar las cargas asociadas a las celdas de media tensión:** a 34.5/13.8 kV y a los paneles de control y protección vinculados a la subestación.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 12 de 123

3. **Dividir las cargas en dos categorías:** corriente alterna (CA) y corriente continua (CC).
4. **Segregar las cargas DC en permanentes y no permanentes o momentáneas:** De acuerdo con un análisis de cargas, en el que generalmente se tiene en cuenta el tiempo de funcionamiento y la importancia de la carga en el sistema, se dividen las cargas del barraje a 125 VCC en esas categorías.
5. **Segregar las cargas AC en esenciales y no esenciales:** El análisis para segregar las cargas en esenciales y no esenciales se basa en la importancia de las cargas conectadas al barraje 208/120 VCA para el funcionamiento del sistema y la seguridad de las personas en situaciones de emergencia.
6. **Cálculos de las capacidades necesarias para los diversos equipos:** Este proceso se llevó a cabo desde el punto más alto de la instalación y avanzó progresivamente hacia el punto más bajo (desde el transformador trifásico 34.5/0.208-0.120 kV ubicado en el edificio de control hasta el grupo electrógeno 208/120 VCA).

Se resalta que se asignó un factor de utilización a cada tipo de carga en función de la cantidad de cargas similares que podrían funcionar simultáneamente. Además, se considera una reserva del 25% para la potencia total de los tableros de servicios auxiliares.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 13 de 123

DEFINICIONES

ALAMBRE: Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica.

ALAMBRE DURO: Aquel que ha sido trefilado en frío hasta su tamaño final, de manera que se acerque a la máxima resistencia a la tracción obtenible.

ALAMBRE SUAVE O BLANDO: Aquel que ha sido trefilado o laminado hasta su tamaño final y que luego es recocido para aumentar la elongación

ANÁLISIS DE RIESGOS: Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

BATERÍA DE ACUMULADORES: Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables.

CABLE: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.


CABLE APANTALLADO: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CARGA NORMALIZADA: En referencia a cercas eléctricas. Es la carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios \square 2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia.

CARGABILIDAD: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 14 de 123

CAPACIDAD NOMINAL: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas. En un sistema la capacidad nominal la determina la capacidad nominal del elemento limitador.

CAPACIDAD O POTENCIA INSTALADA: También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

CAPACIDAD O POTENCIA INSTALABLE: Se considera como capacidad instalable, la capacidad en kVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 60 °C para instalaciones con capacidad de corriente menor de 100 A o de 75 °C si la capacidad de corriente es mayor.


CERTIFICACIÓN: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

CERTIFICACIÓN PLENA: Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por el profesional competente responsable de la construcción de la instalación, acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección, previa realización de la inspección de comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de inspección debidamente acreditado.

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con un reglamento técnico, una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

CIRCUITO ELÉCTRICO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos. Pueden ser de modo diferencial (por conductores activos) o de modo común (por conductores activos y de tierra).

CLAVIJA: Dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 15 de 123

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin dejarse afectar ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida.

CONDENACIÓN: Bloqueo de un aparato de corte por medio de un candado o de una tarjeta.

CONDICIÓN INSEGURA: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

CONDUCTOR ACTIVO: Aquella parte destinada, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

CONDUCTOR ENERGIZADO: Todo aquel que no está conectado a tierra.

CONDUCTOR NEUTRO: Conductor activo conectado intencionalmente al punto neutro de un transformador o instalación y que contribuye a cerrar un circuito de corriente.

CONDUCTOR A TIERRA: También llamado conductor del electrodo de puesta a tierra es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra.



CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos o partes energizadas de una instalación eléctrica.

CONTACTO ELÉCTRICO: Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductivas que normalmente no se encuentran energizadas. Pero en condiciones de falla de los aislamientos se puedan energizar.

CUARTO ELÉCTRICO: Recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros,

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 16 de 123

UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

FACTOR DE RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional.

FALLA: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

FASE: Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

FRECUENCIA: Número de períodos por segundo de una onda. Se mide en Hertz o ciclos por segundo.

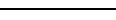
FRENTE MUERTO: Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas.

FUENTE DE ENERGÍA: Todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

FUENTE DE RESPALDO: Uno o más sistemas de suministro de energía (grupos electrógenos, bancos de baterías, UPS, circuito de suplencia) cuyo objetivo es proveer energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal

OPERADOR DE RED: Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

 Universidad Industrial de Santander	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 17 de 123

SECCIONADOR: Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y está diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

SISTEMA: Conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en un proceso organizado.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SISTEMA ININTERRUMPIDO DE POTENCIA (UPS): Sistema diseñado para suministrar electricidad en forma automática, cuando la fuente de potencia normal no provea la electricidad.

SUBESTACIÓN: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

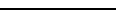
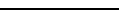
TABLERO: Encerramiento metálico o no metálico donde se alojan elementos tales como aparatos de corte, control, medición, dispositivos de protección, barrajes, para efectos de este reglamento es equivalente a panel, armario o cuadro.

TENSIÓN: La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de “voltaje”.

TENSIÓN A TIERRA: Para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra; para circuitos no puestos a tierra, la mayor tensión entre un conductor dado y algún otro conductor del circuito.

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

TENSIÓN DE PASO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro).

 Universidad Industrial de Santander		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:	
		GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023	
		Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
		Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda		Harley Padilla
		Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 18 de 123

TENSIÓN DE SERVICIO: Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimado, esperado o medido.

TENSIÓN MÁXIMA PARA UN EQUIPO: Tensión máxima para la cual está especificado, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento o a otras características propias del equipo.



TENSIÓN MÁXIMA DE UN SISTEMA: Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

TENSIÓN NOMINAL: Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

TENSIÓN TRANSFERIDA: Es un caso especial de tensión de contacto, donde un potencial es conducido hasta un punto remoto respecto a la subestación o a una puesta a tierra.

TIERRA (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

VIDA ÚTIL: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido.



 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 19 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

MARCO NORMATIVO EXTERNO

El diseño de los sistemas de Servicios Auxiliares en Subestaciones Eléctricas (SSAA) se encuentra estrictamente regido por una serie de normativas y estándares internacionales que garantizan la eficiencia, confiabilidad y seguridad de dichos sistemas. A continuación, se presenta una recopilación exhaustiva de las normas utilizadas en este ámbito:

- IEC 60617-SN:2007: Esta norma, emitida por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), establece directrices específicas para el trazado de planos y diagramas de principio en sistemas eléctricos. Su aplicación asegura la representación coherente y comprensible de los componentes y conexiones en los SSAA.
- IEC 61850: Este estándar, también desarrollado por la IEC, es esencial para la automatización de subestaciones eléctricas. Define protocolos y métodos para el intercambio de información y señales entre dispositivos en las subestaciones, optimizando así el control y la operación de los equipos en el sistema.
- ANSI C84.1 (2020): Emitida por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), esta norma especifica los niveles de tensión en Corriente Alterna (AC) que pueden ser implementados en los diseños de SSAA. Garantiza que los sistemas de voltaje cumplan con los requisitos de seguridad y eficiencia.
- CFE VY500-16 (1982): Esta normativa, establecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, proporciona criterios generales de diseño eléctrico para los servicios propios de subestaciones de potencia. Su aplicación asegura la coherencia y confiabilidad en el diseño de SSAA.
- IEEE 1818 (2017): Emitida por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), esta guía ofrece directrices específicas para el diseño de sistemas auxiliares de baja tensión en subestaciones eléctricas. Su enfoque técnico contribuye a la eficiencia y la seguridad en los SSAA.

La combinación de estas normativas y estándares permite un diseño robusto y bien estructurado de los sistemas de Servicios Auxiliares en Subestaciones Eléctricas, garantizando su correcto funcionamiento y contribuyendo a una operación confiable de toda la infraestructura eléctrica.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 20 de 123

ALINEACIÓN REGULATORIA

INTERVENCIÓN DE PERSONAS CON LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES¹

La construcción, ampliación o remodelación de toda instalación eléctrica objeto del RETIE, debe ser dirigida, supervisada y ejecutada directamente por personas calificadas competentes, con matrícula profesional vigente, que según la ley les faculte para cada tipo de actividad y deben cumplir con todos los requisitos del presente Reglamento que le apliquen.

Conforme a la legislación vigente, la competencia para realizar bajo su responsabilidad directa actividades de, construcción, modificaciones, reparaciones, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas corresponderá a las siguientes personas calificadas, quienes responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación:

a. Ingenieros electricistas, electromecánicos, de distribución y redes eléctricas, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 por la cual se reglamenta el ejercicio profesional de la Ingeniería Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines y la Ley 842 de 2003 por la cual se reglamenta el ejercicio profesional de la ingeniería y de las profesiones afines y auxiliares. Los ingenieros electrónicos en los temas específicos de electrónica de potencia, control o compatibilidad electromagnética, asociados a la instalación eléctrica.



b. Tecnólogos en electricidad o en electromecánica, de acuerdo con la Ley 392 de 1997, en el alcance que determine su formación.

c. Técnicos electricistas conforme a las leyes 19 de 1990 y 1264 de 2008, en el alcance que establezca su matrícula profesional para el ejercicio de la profesión a nivel medio.

RESPONSABILIDAD DE LOS DISEÑADORES.²

¹ ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES

² ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 21 de 123

Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requerimientos del RETIE que le apliquen. Tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y matrícula profesional de la persona o personas que actuaron en el diseño, quienes firmarán tales documentos y serán responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño. El diseñador debe atender las inquietudes del constructor e interventor y si se requieren cambios hacer los ajustes pertinentes.


El diseñador, previamente a la elaboración del diseño, debe cerciorarse en el terreno que las distancias mínimas de seguridad y franjas de servidumbre, se pueden cumplir y debe dejar las evidencias de esta condición en las memorias de cálculo y planos de construcción.

RESPONSABILIDAD DE LOS CONSTRUCTORES.³

Los responsables de la construcción, ampliación o remodelación donde estén involucrada cualquier tipo de instalación eléctrica objeto del RETIE, deben:

- Asegurarse de contratar las personas calificadas, técnica y legalmente competentes para ejecutar dichas actividades.
- El responsable de la construcción de la instalación eléctrica debe verificar y validar el diseño y si está acorde con el RETIE debe aplicarlo. Si por razones debidamente justificadas considera que no es apropiado, debe solicitar al diseñador que realice los ajustes y dejar registro de la solicitud. Si no es posible que el diseñador realice las correcciones, el constructor las hará y dejará constancia de ellas, en ningún caso se permitirá que las correcciones se aparten del cumplimiento del RETIE. Todos los planos y memorias de cálculo se dejarán conforme a la instalación construida.
- Tanto el constructor de la obra donde este involucrada la instalación como el responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica, deben asegurar que la instalación cumple con todos los requisitos del presente reglamento que le apliquen y demostrarlo mediante el diligenciamiento y suscripción del documento denominado Declaración de Cumplimiento con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, en los términos y el formato establecido en el presente Anexo. La persona calificada que suscriba la declaración será responsable de los efectos que se deriven de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación, durante la operación de esta.

³ ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES


<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 22 de 123

PRODUCTOS USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.⁴

La selección de los productos o materiales eléctricos y su instalación debe estar en función de la seguridad, su utilización e influencia del entorno, por lo que se deben tener en cuenta entre otros los siguientes criterios básicos, además los exigidos en el Artículo 20:

- a. Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE
- b. Compatibilidad de materiales: No deben causar deterioro en otros materiales, en el medio ambiente ni en las instalaciones eléctricas adyacentes.
- c. Corriente de cortocircuito: Los equipos deben soportar las corrientes de cortocircuito previstas.
- d. Corriente y Tensión de trabajo: Asegurar que la corriente y tensión de operación no exceda la normal del equipo.
- e. Espacios disponibles para la operación y mantenimiento de la instalación y de los equipos.
- f. Frecuencia: Se debe tomar en cuenta la frecuencia de servicio cuando influya en las características de los materiales.
- g. Influencias externas (medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud, etc.)
- h. Otros parámetros eléctricos o mecánicos que puedan influir en el comportamiento del producto, tales como el factor de potencia, tipo de corriente, conductividad eléctrica y térmica etc.)
- i. Posibilidades de sujeción mecánica y refrigeración de los equipos.
- j. Potencia: Que no supere la potencia de servicio.
- k. Temperaturas normales y extremas de operación.
- l. Tensión de ensayo dieléctrico: Tensión asignada mayor o igual a las sobretensiones previstas.

⁴ ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES



	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 23 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

CRITERIOS DE DISEÑO

En las subestaciones se disponen de servicios auxiliares de corriente alterna y de corriente continua, las primeras para alimentar las cargas de mayores consumos, sistemas complementarios de la subestación; con las segundas se utilizan las baterías como respaldo, además es un sistema confiable encargado de alimentar los sistemas secundarios de la subestación tales como: protección, medida y comunicaciones. Las fuentes de alimentación de los servicios auxiliares la toman de los niveles de extremo servicios auxiliares de la subestación estén interconectados con los de la central. Segundo la subestación en extremo de carga, donde se cuenta con una fuente externa independiente y confiable en media tensión. Tercera subestación en punto intermedio de línea de transmisión, en este caso pueda que no se utilicen fuentes externas cercanas por lo que se debe recurrir a instalaciones basadas en alimentadores con grupos electrógenos. Los alimentadores principales provienen de fuentes como: devanados terciarios de transformadores de potencia, transformador reductor, grupo electrógeno y líneas aéreas de distribución trifásicas urbanas o rurales. Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad⁵. El diseño detallado debe cumplir los aspectos que le apliquen de la siguiente lista, según el tipo de instalación y complejidad de la misma.

- a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d. Análisis de protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos.)
- e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1
- h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i. Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

⁵ ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 24 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

l. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En BT se permite la coordinación con las características de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.

m. Cálculos de canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canaletas, electroductos).

n. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

o. Cálculos de regulación.

p. Clasificación de áreas.

q. Elaboración de diagramas unifilares.

r. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

s. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

t. Establecer las distancias de seguridad requeridas.

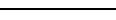
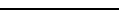
u. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

v. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.


ESPACIOS PARA EL MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS⁶.

Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica deben contar con los espacios (incluyendo los accesos) suficientes para el montaje, operación y mantenimiento de equipos y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación. En subestaciones y cuartos eléctricos, el ancho de las puertas de acceso al espacio de trabajo no debe ser menor a 90 cm y la puerta que lleva al transformador debe disponer de cerradura antipánico en todas las hojas, independiente de la potencia y de los equipos que contengan. En MT y BT se debe contar con puertas o espacios adecuados para la entrada o salida de los equipos, para efectos de su montaje inicial o reposición. Cuando se tengan partes expuestas energizadas en baja tensión, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,9 m de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) o la altura del equipo cuando este sea más alto y 0,75 m de ancho o el ancho del equipo si este es mayor. La profundidad del espacio de trabajo no debe ser inferior a 0,9 m y se debe aumentar a 1,5 m si al abrir las puertas, se crea un espacio cerrado.

⁶ ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES

 Universidad Industrial de Santander			UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
			GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL				
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 25 de 123	

Para realizar cualquier diseño se deben considerar primero algunas cuestiones que involucran diferentes fuentes y actores tales como: normas, estándares, condiciones y contexto del sitio, público objetivo (usuarios) y sus necesidades, entre otras. A continuación, se presentan las preguntas mínimas que se consideran claves para contar con los insumos requeridos antes de iniciar el proceso de diseño.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 26 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL DISEÑO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

Con el fin de brindar una visión general y estructurada del procedimiento propuesto para el diseño de las fuentes de alimentación de los servicios auxiliares, se presenta el siguiente diagrama de flujo. Este diagrama presenta de manera concisa los pasos clave que deben seguirse durante el proceso de diseño, desde la identificación de los requisitos hasta la implementación y puesta en marcha de las fuentes de alimentación. Esta herramienta visual proporciona una guía práctica y fácil de seguir, lo que facilita una planificación efectiva y la toma de decisiones informadas en cada etapa del diseño de los sistemas de alimentación eléctrica en una subestación.

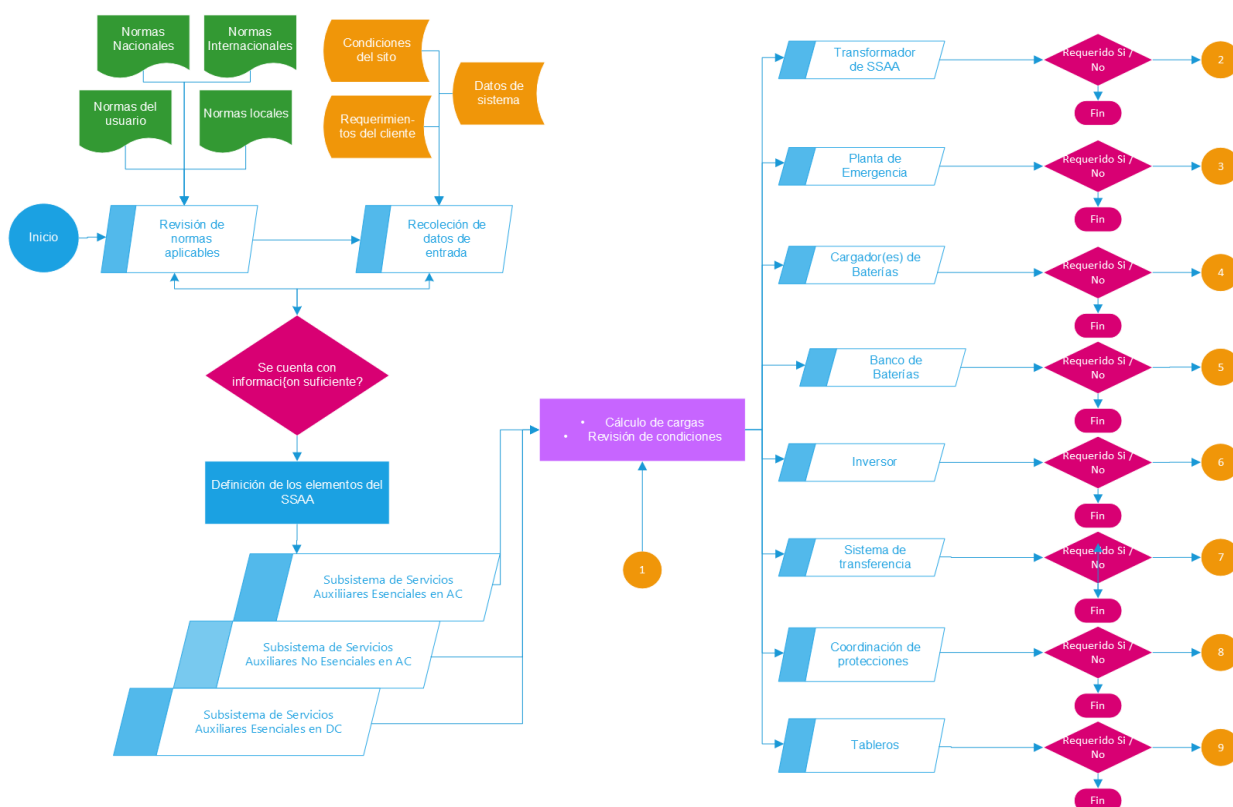



Figura 1. Paso a paso generalizado

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 27 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

I. CONSIDERACIONES GENERALES OPORTUNAS



1. Recopilación de información

Con el objetivo de facilitar la planificación y el diseño eficiente de servicios auxiliares en subestaciones eléctricas, se propone el siguiente cuadro que enumera una serie de preguntas clave relacionadas con los parámetros esenciales para la planificación de este sistema. Estas preguntas están diseñadas para ayudar a los profesionales y equipos de ingeniería a considerar cuidadosamente diversos factores que impactan en el funcionamiento y la seguridad de una subestación eléctrica

Cuestionamiento	Respuesta
¿Cuál es la temperatura ambiente en donde se va a desarrollar la subestación?	
¿Es un lugar que tiene requerimientos sísmicos para el diseño?	
¿Cuál es la altura sobre el nivel del mar en la que se va a construir la subestación?	
¿Cuál es la tensión de servicio fase-fase?	
¿Cuál es la tensión de servicio fase-neutro?	
¿Cuáles son los márgenes de tensión permitidos?	
¿Cuál es el factor de potencia de cada carga?	
¿Cuál es el tiempo de despeje de falla?	
¿Cuáles son las cargas no permanentes o momentáneas asociadas a la subestación?	
¿Cuáles son las cargas permanentes asociadas a la subestación?	
¿Cuáles son las cargas esenciales asociadas a la subestación?	
¿Cuáles son las cargas no esenciales o momentáneas asociadas a la subestación?	
¿Cuál es el factor de utilización de cada una de las cargas no permanentes o momentáneas asociadas a la subestación?	
¿Cuál es el tiempo de autonomía que tendrán las baterías?	


Tabla 1. Cuestionamientos generales

Se propone que, al completar este cuadro, se facilitará la toma de decisiones informadas y la planificación adecuada, asegurando así el funcionamiento seguro, eficiente y confiable de la subestación eléctrica.


 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 28 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Explicación

- **¿Cuál es la temperatura ambiente en donde se va a desarrollar la subestación?** Es un cuestionamiento crucial debido a que la temperatura ambiente tiene un impacto significativo en la selección de equipos adecuados para la subestación. Por ejemplo, se deben seleccionar transformadores, baterías, cargadores, generadores e inversores que puedan funcionar de manera eficiente y segura en las condiciones de temperatura previstas. Si la temperatura ambiente es elevada, es posible que sea necesario implementar sistemas de refrigeración adicionales para mantener los equipos dentro de los límites de temperatura seguros. Además, una temperatura ambiente extrema, ya sea muy alta o muy baja, puede afectar la confiabilidad y la seguridad de la subestación eléctrica. Los sistemas de protección y control deben estar diseñados para tener en cuenta las condiciones climáticas locales.
- **¿Es un lugar que tiene requerimientos sísmicos para el diseño?** Es fundamental tener presente este cuestionamiento debido a que los lugares propensos a actividad sísmica requieren un diseño estructural especializado para garantizar la resistencia a los terremotos, el movimiento sísmico puede tener un impacto significativo en las baterías utilizadas en los servicios auxiliares de subestaciones eléctricas, debido a que la vibración y el movimiento durante un terremoto pueden causar daños estructurales en las instalaciones donde se encuentran. En el caso de baterías de plomo-ácido o de otro tipo que contengan electrolito líquido, los sismos pueden causar derrames o fugas si las baterías se dañan o se mueven bruscamente. Esto no solo puede ser peligroso debido a la corrosión y a la contaminación del entorno, sino que también puede dañar las propias baterías.
- **¿Cuál es la altura sobre el nivel del mar en la que se va a construir la subestación?** Es una pregunta de gran importancia debido a que la altura sobre el nivel del mar afecta la presión atmosférica, que a su vez influye en el rendimiento de los equipos eléctricos, como los interruptores y los transformadores. Los equipos pueden necesitar modificaciones o ajustes para funcionar de manera eficiente a diferentes altitudes. La altura también puede tener un impacto en el aislamiento eléctrico, ya que menor densidad del aire a altitudes elevadas puede afectar la capacidad de los aisladores y otros componentes eléctricos para resistir sobretensiones.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 29 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- **¿Cuál es la tensión de servicio fase-fase?** Debido a que el proyecto está enfocado en subestaciones con conexión al SDL, la tensión de servicio fase-fase es un parámetro eléctrico fundamental que determina cómo se diseñarán y conectarán los equipos y sistemas dentro de la subestación. Conocer esta tensión es esencial porque debe ser compatible con la red eléctrica a la que se conectará la subestación y con los equipos que se utilizarán. Asegurarse de que la tensión de la subestación coincida con los requisitos de la red y de los equipos evita problemas de incompatibilidad y pérdida de eficiencia.
- **¿Cuál es la tensión de servicio fase-neutro?** La tensión fase-neutro también es un factor crítico en la protección contra sobretensiones. Debe estar dentro de un rango que permita una adecuada selección y configuración de dispositivos de protección contra sobretensiones para proteger los equipos y sistemas eléctricos de la subestación.
- **¿Cuáles son los márgenes de tensión permitidos?** Mantener las tensiones dentro de los márgenes permitidos es fundamental para garantizar una operación segura de la subestación. La calidad del suministro eléctrico está estrechamente relacionada con los márgenes de tensión. Tensiones fuera de los márgenes permitidos pueden causar fluctuaciones en el suministro eléctrico y afectar negativamente a los equipos y sistemas conectados.
- **¿Cuál es el tiempo de despeje de falla?** Este parámetro es crítico para garantizar la seguridad de las personas que trabajan en la subestación y para prevenir accidentes graves en caso de una falla eléctrica, debido a que, entre más rápido se pueda aislar y resolver una falla, menor será el impacto en la continuidad del suministro eléctrico para los usuarios finales.
- **¿Cuál es el tiempo de autonomía que tendrán las baterías?** El tiempo de autonomía de las baterías se refiere al período durante el cual las baterías pueden proporcionar energía de respaldo sin necesidad de recargar. Este tiempo es esencial para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en caso de una interrupción en la fuente principal de energía. Conocer esta información es crucial para dimensionar adecuadamente las baterías y garantizar que puedan mantener la operación de equipos críticos durante apagones.


	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 30 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

2. Parámetros e información técnica mínima necesaria

Además de los parámetros esenciales relacionados con la subestación en sí, es igualmente crucial contar con información técnica detallada sobre las cargas que serán alimentadas por el sistema auxiliar. Para asegurar un diseño preciso y eficiente, se propone el siguiente cuadro que enumera los parámetros e información técnica mínima necesarios para el dimensionamiento de los equipos de los servicios auxiliares en las subestaciones. Estos datos específicos son esenciales para garantizar que los servicios auxiliares se adapten perfectamente a las necesidades de las cargas, optimizando la operación y la seguridad de toda la instalación eléctrica.

Parámetros y antecedentes técnicos	Componente del sistema de SS/AA				Información esencial para realizar el dimensionamiento
	Banco de baterías	Cargador de baterías	Transformador	Grupo electrógeno	
Tensión nominal	✓	✓	✓	✓	Sí
Razón de transformación			✓		Sí
Factor de potencia				✓	Sí
Capacidad (A-h)	✓				Sí
Corriente (A)		✓			Sí
Autonomía (A)	✓		✓	✓	Sí
Potencia (kVA)			✓	✓	Sí
Frecuencia (Hz)		✓	✓	✓	Sí
Fecha de fabricación	✓	✓	✓	✓	No
Vida útil según la fábrica	✓		✓		No
Plan de mantenimiento del equipo	✓	✓	✓	✓	No


Tabla 2. Parámetros e información técnica mínima necesaria

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL		Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
			Página 31 de 123


3. Cuadro de entradas y salidas mínimas

Con el propósito de simplificar y estructurar el proceso de dimensionamiento de los equipos eléctricos esenciales en una subestación, hemos creado un cuadro de referencia que resume de manera concisa las entradas mínimas requeridas, las salidas esenciales esperadas y el cálculo necesario para cada equipo.


	Entradas	Salidas	Cálculo
Carga a alimentar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Listado de equipos ➤ Potencias de cada equipo ➤ Factor de utilización de las cargas no permanentes o número de horas en servicio en una mesa 	Cargas a 125 VCC	$P_{PERMANE_{CC}} = \sum_{i=1}^n C_i$
			$P_{MOMENT_{CC}} = \sum_{i=1}^n F_{ui} * C_i$
		Cargas a 208/120 VCA	$P_{PERMANE_{CA}} = \sum_{i=1}^n C_i$
			$P_{MOMENT_{CA}} = \sum_{i=1}^n F_{ui} * C_i$
Transformador	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Carga total de los Servicios Auxiliares ➤ Factor de utilización de las cargas no permanentes ➤ Tensión de operación de los servicios auxiliares ➤ Tensión de Primario del Transformador ➤ Tensión de Secundario del Transformador 	Capacidad del transformador con incremento de reserva	$S_T = S_{TOTAL_{CA}} * 1.20$
		Capacidad reducida debido a la altitud y temperatura	$F_{dh} = \frac{(X - 1000) * Derating\ factor}{100}$
			$S_{TCORREG} = S_{TC} * (1 - F_{dh})$
			$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}(x - x_1)$

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 32 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

		Verificación de la capacidad del transformador en régimen de sobrecarga:	$C_{sobrecarga} = S_{TCORREG} * y$
Planta de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cargas esenciales ➤ Factor de potencia ➤ Tiempo de Respaldo ➤ Eficiencia del generador 	Capacidad de la planta de emergencia con incremento de reserva	$S_{ERV-ESC} = (S_{ESENCA}) * 1.2$
		Capacidad del generador corregida por factor de temperatura, humedad y altitud.	$S_{GECorreg} = S_{ERV-ESC} * (1 - F)$
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las características físicas tales como la dimensión y el peso de los elementos, el material de envasado, conectores entre celdas, y los terminales. ➤ La frecuencia y la profundidad de descarga ➤ Características de carga ➤ Requerimientos de mantenimiento ➤ Requerimientos de ventilación ➤ Temperatura de operación. ➤ Vida útil del banco de baterías. ➤ Número de celdas. ➤ Tensión nominal por celda. ➤ Tensión nominal de operación (Un). ➤ Tensión máxima de operación del sistema (1.1*Un). ➤ Tensión mínima de operación del sistema (0.85*Un). ➤ Voltaje de carga de las baterías. 	Ah del banco de baterías	$F = \max_{\substack{S = N \\ S = 1}} \frac{S = N}{FS} = \max_{\substack{S = N \\ S = 1}} = \sum_{p=1}^{P=S} [Ap - A(p - 1)]Kt$
		Numero de celdas	$\frac{\text{voltaje máximo del sistema}}{\text{voltaje de celda requerida}} = n$
		Voltaje mínimo	$Vmin = \frac{\text{voltaje minimo de la batería}}{\text{número de celda}}$


<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 33 de 123

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo de carga de las baterías. ➤ Tipo de baterías. ➤ Factor de diseño. 		
Cargadores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A_h: Capacidad nominal del banco de baterías, medido en [A-h]. ➤ n: constante para compensar las pérdidas durante la carga (1,25 para baterías plomo-ácido) ➤ A_o: corriente de consumo continuo demandada por las cargas, A ➤ t:- tiempo de recarga de la batería, h (recomendado por el fabricante). 	Corriente de salida necesaria	$A = \frac{n A_h}{t} + A_o$
		Capacidad del cargador con incremento de reserva	$A_s = A * 1,2$
		Capacidad del cargador corregida por factor de temperatura, humedad y altitud	$A_{Corre} = Ft * Fh * I$
		Potencia de salida del cargador	$P_{D.C.} = A_{Corre} * V_{D.C.}$
		Potencia en corriente alterna	$P_{D.C.} = A_{Corre} * V_{D.C.}$
		Potencia aparente de entrada	$S = \frac{P_{C.A.}}{\cos\phi}$
Inversores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cargas en kVA ➤ Cargas en kW 	Corriente nominal de salida	$I_{salida} = \frac{S}{U_r * \cos\phi}$ $I = 1,2 * I_{salida}$
		Potencia de entrada del inversor	$P_e = \frac{P_s}{\eta}$

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión: 10/10/2023
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1 Página 34 de 123
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Sistema de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amperios totales de la carga a manejar ➤ Voltaje normal de trabajo ➤ Necesidades de la forma como Se debe efectuar la transferencia del sistema normal al de emergencia o a la inversa. ➤ Datos nominales del generador (frecuencia nominal, tensión nominal, capacidad, factor de potencia, etc.). ➤ Datos nominales del transformador de servicios auxiliares (tensión nominal, capacidad, impedancia, etc.). ➤ Parámetros de ajuste del controlador de sincronización (frecuencia de ajuste, margen de error, velocidad de ajuste, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensionamiento Sistema de transferencia ➤ Características generales ➤ Controles
--------------------------	---	---

Tabla 3. Entrada y salidas para los cálculos

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 35 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

II. ANÁLISIS DE CARGA

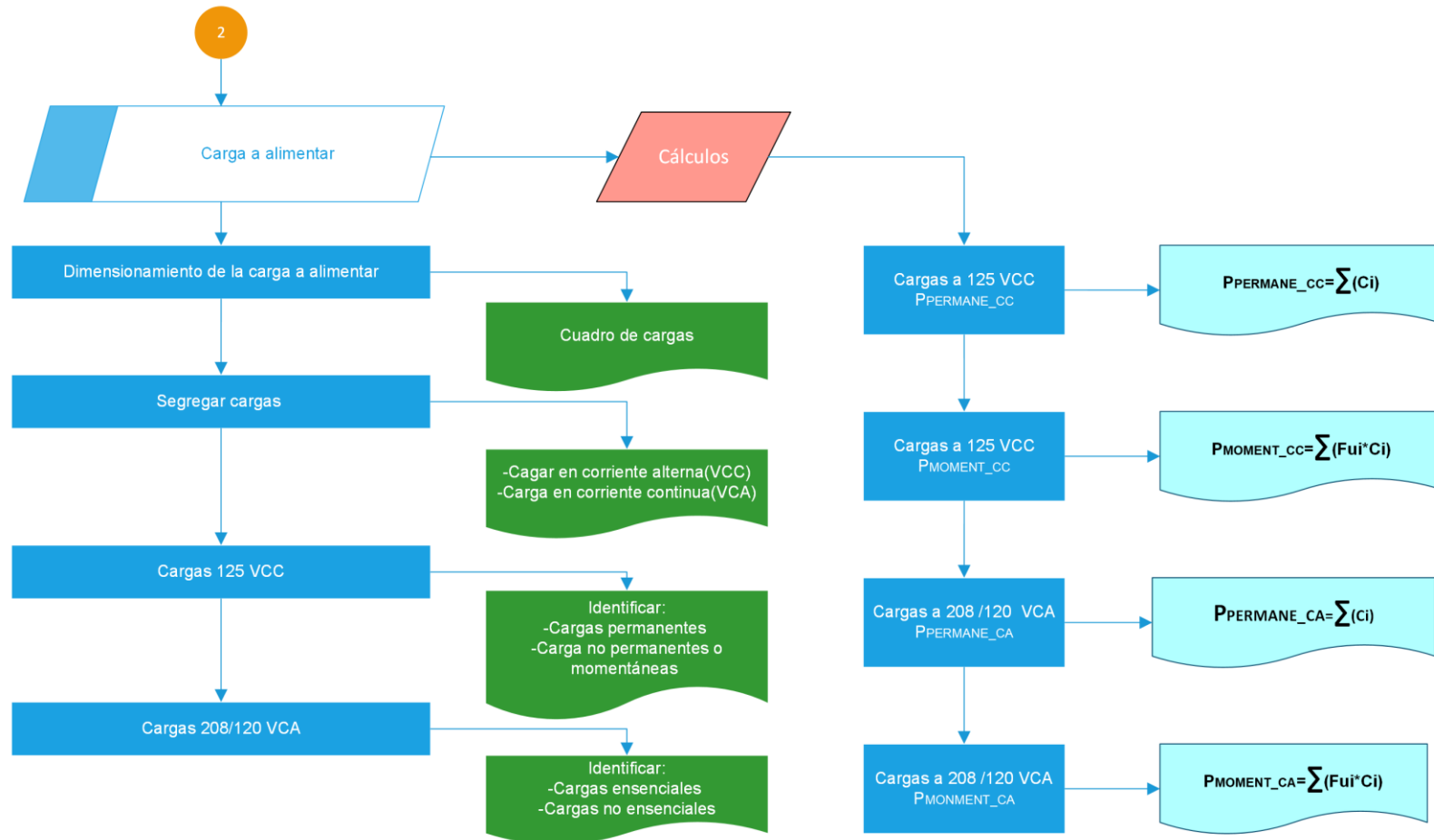




Figura 2.Paso a paso de las cargas a alimentar


 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 36 de 123

4. Cargas 125 VCC

Cargas permanentes A 125 VCC

1. **Identificar cargas permanentes:** se presentan los equipos y sistemas permanentes o fijos que están conectados a los SSAA de manera continua y son alimentados por las baterías en caso de que la alimentación a través del cargador de batería falle. Estas cargas deben ser alimentadas desde el tablero de servicios auxiliares a 125 VCC (=SACC) a instalar en el edificio de control de la subestación. demandan energía en forma continua durante todo el ciclo de trabajo del banco de baterías, pero que están alimentadas normalmente por el cargador de baterías. Este tipo de cargas son las más importantes para dimensionar la capacidad del banco de baterías. Por último, se considera una autonomía para el banco de baterías de 8 horas.

- **Equipos de patio**
- **Cargadores de baterías**
- **Sistema de Control y Monitoreo:** Incluye equipos como sistemas SCADA y sistemas de automatización que supervisan y controlan las operaciones de la subestación.
- **Sistema de Protección y Relés:** Los relés de protección son fundamentales para detectar y responder a condiciones anormales o situaciones de falla en el sistema eléctrico. Son esenciales para mantener la seguridad del sistema.
- **Sistema de Alimentación de Relés de Protección:** Este sistema proporciona energía a los relés de protección incluso durante una interrupción del suministro principal, garantizando que los relés puedan operar correctamente en caso de falla.
- **Iluminación de Emergencia:** Las luces de emergencia son esenciales para proporcionar iluminación en caso de un apagón o situación de emergencia.
- **Sistema de Alimentación de Emergencia:** Si la subestación tiene un sistema de alimentación de emergencia, es esencial para mantener las operaciones críticas en caso de una interrupción del suministro eléctrico principal.
- **Sistemas de Aire Acondicionado o Refrigeración Crítica:** Si la subestación contiene equipos sensibles al calor, como relés y sistemas electrónicos, el sistema de aire acondicionado o refrigeración es esencial para mantener las temperaturas dentro de los límites seguros de funcionamiento.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 37 de 123

- **Sistema de Alimentación de Comunicaciones:** Si la subestación se comunica con sistemas externos, como centros de control, el sistema de comunicaciones es esencial para garantizar la transmisión de datos críticos.
- **Sistema de Monitoreo Ambiental:** Los sistemas de monitoreo de variables ambientales como temperatura y humedad pueden ser esenciales para prevenir daños a equipos sensibles.
- **Sistema de Bombeo de Agua:** En subestaciones que requieren enfriamiento por agua, el sistema de bombeo de agua es esencial para mantener la operación segura y eficiente.
- **Sistema de Extinción de Incendios:** En algunas subestaciones, los sistemas de extinción de incendios automáticos son esenciales para prevenir daños en caso de un incendio.


2. **Calcular las Potencias Individuales:** Inicialmente, calcular las potencias individuales de cada equipo o sistema en [VA], esta es la potencia que se especifica en las características técnicas de cada equipo, si se encuentra la potencia en W, se procede a aplicar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P}{fp}$$

3. **Multiplicar por las cantidades de cada equipo:** Se debe multiplicar la potencia nominal en kVA o VA de cada equipo por la cantidad de equipos de ese tipo que se encuentren en la subestación. Esto arrojará la potencia total requerida para todos los equipos de ese tipo.
4. **Aplicar Factor de utilización:** Se establece que, generalmente al ser cargas permanentes, el factor de utilización corresponde a (1) uno.
5. **Sumar las Cargas Nominales:** Sumar todas las potencias nominales de las cargas permanentes, con el factor de utilización aplicado, en caso de ser un valor diferente de 1.

$$P_{PERMANENT_{CA}} = \sum_{i=1}^n C_i$$

Para facilidad de cálculos se presenta la siguiente tabla en donde se puede dimensionar la carga total de manera clara:

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 38 de 123

CARGAS PERMANENTES A 125 VCC					
Carga asociada	Potencia individual [W]	Cantidad	Factor de utilización	Potencia total	Corriente [A]
			1	0	
			1		
			1		
			1		
			1		
Total				0	0

Tabla 4. Cargas permanentes

Ejemplo: Dimensionamiento de cargas permanentes


Datos de entrada:

Carga asociada	P individual [W]	Factor de potencia	Cantidad	Horas en servicio del equipo en un mes
Tablero de medidores	336	0,8	1	720
Tablero de calidad de potencia	80	0,8	1	720
Tablero sistema de automatización	333	0,8	1	720
Tablero de Comunicaciones	1477	0,8	1	720
Tablero de distribución AC No esenciales 208/120 V	30	0,8	1	720
Control Celdas de media tensión	843	0,8	1	720
Gabinete transformador de potencia	189	0,8	1	720

Tabla 5. Datos de entrada

Paso 1: Calcular las potencias individuales ($S[VA]$):

Se aplica la fórmula para cada uno de los equipos

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 39 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

$$S[VA] = \frac{P[W]}{fp}$$

Por lo tanto, se obtiene:

Carga asociada	P individual [W]	Factor de potencia	S [VA]
Tablero de medidores	336	0,8	420
Tablero de calidad de potencia	80	0,8	100
Tablero sistema de automatización	333	0,8	416,25
Tablero de Comunicaciones	1477	0,8	1846,25
Tablero de distribución AC No esenciales 208/120 V	30	0,8	37,5
Control Celdas de media tensión	843	0,8	1053,75
Gabinete transformador de potencia	189	0,8	236,25

Tabla 6. Cargas asociadas

Paso 2: Multiplicar por las cantidades de cada equipo:


Para el ejemplo se asumieron que todos los valores corresponden a 1, como se evidencia en la tabla 3. Por lo tanto, no se aplican cambios en las potencias calculadas.

Paso 3: Aplicar factor de utilización

Para el ejemplo se asumieron que todos los valores corresponden a 1. Por lo tanto, no se evidencian cambios en las potencias calculadas.

Paso4: Carga total permanente a 125 VCC: Se suman todos los equipos conectados que pertenecen a la categoría no permanente.

$$\begin{aligned}
 P_{PERMANENT_{CA}} &= 420 + 100 + 416,25 + 1846,25 + 37,5 + 1053,75 + 236,25 \\
 &= 2410,75 VA
 \end{aligned}$$


	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 40 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Cargas no permanentes o momentáneas A 125 VCC

1. **Identificar cargas no permanentes o momentáneas:** Estas cargas pueden activarse en cualquier momento dentro del ciclo de trabajo y pueden estar encendidas durante un periodo de tiempo determinado, eliminarse automáticamente o mediante la acción del operador, o continuar hasta el final del ciclo de trabajo. Enumerar los equipos y sistemas que no son críticos para la operación básica y segura de la subestación, las cargas momentáneas pueden ocurrir una o más veces durante el ciclo de trabajo, pero son de corta duración y no exceden 1 minuto en ningún momento. Aunque las cargas momentáneas pueden existir sólo durante una fracción de segundo, es una práctica común considerar que cada carga durará un minuto completo porque la celda de voltaje de la batería después de varios segundos a menudo determina la clasificación de 1 minuto de la batería. Cuando ocurren varias cargas momentáneas dentro del mismo periodo de 1 minuto y no se puede establecer una secuencia discreta, se debe suponer que la carga para el periodo de 1 minuto es la suma de todas las cargas momentáneas que ocurren dentro de ese minuto. Si se puede establecer una secuencia discreta, se debe suponer que la carga para el periodo es la carga máxima en cualquier instante.

A continuación, se presentan una serie de cargas no permanentes típicas que pueden encontrarse en las subestaciones eléctricas. Estas cargas no son críticas para el funcionamiento seguro y básico del sistema, pero aún pueden ser importantes para la operación eficiente y el confort del personal en la subestación:

- **Iluminación general:** Las luces que no son de emergencia, pero proporcionan iluminación general en áreas de trabajo y pasillos.
- **Sistema de ventilación no crítica:** En áreas donde el enfriamiento no es crucial, como áreas de almacenamiento, una ventilación simple puede ser suficiente.
- **Sistema de climatización no crítica:** En áreas donde no se requiere un control preciso de la temperatura, puede haber sistemas de climatización más simples.
- **Enchufes y Tomas de Corriente:** Enchufes eléctricos utilizados para conectar herramientas y dispositivos que no son críticos para la operación.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 41 de 123

- **Equipos de Oficina:** Equipos como impresoras, fotocopadoras, computadoras y teléfonos que son utilizados por el personal en la subestación.
 - **Sistemas de Sonido y Comunicación no Crítica:** Sistemas de megafonía, intercomunicación u otros sistemas de comunicación que no son esenciales para la operación básica.
 - **Iluminación Decorativa:** Iluminación adicional utilizada con fines decorativos o estéticos.
 - **Áreas de Descanso:** Equipos de entretenimiento en áreas de descanso para el personal, como televisores, radios, etc.
 - **Iluminación de Exteriores:** Iluminación para áreas exteriores, como estacionamientos y áreas de acceso.
 - **Sistemas de Seguridad no Esenciales:** Algunos sistemas de seguridad, como cámaras de vigilancia en áreas no críticas, pueden considerarse no esenciales.
2. **Calcular las potencias individuales:** Inicialmente, calcular las potencias individuales de cada equipo o sistema, esta es la potencia que se especifica en las características técnicas de cada equipo.
 3. **Multiplicar por las cantidades de cada equipo:** Se debe multiplicar la potencia nominal en kVA o VA de cada equipo por la cantidad de equipos de ese tipo que se encuentren en la subestación. Esto arrojará la potencia total requerida para todos los equipos de ese tipo.
 4. **Aplicar factor de utilización:** Este factor refleja la carga real esperada en el sistema y suele ser proporcionado por normativas o estándares de la industria, sin embargo, también se puede hacer uso de la siguiente fórmula:


$$F_{un} = \frac{\text{Número de horas en servicio del equipo } n \text{ en un mes}}{\text{Horas totales en un mes}}$$

Se debe multiplicar la potencia nominal de cada carga por su respectivo factor de utilización.

$$P_{FUCn} = F_{un} * C_n$$

Donde:

- P_{FUC} : Potencia individual de cada carga después de haber sido multiplicada por su respectivo factor de utilización.
- F_{un} : Factor de utilización de la carga n
- C_n : Capacidad de la carga n

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 42 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

5. Sumar todas las potencias nominales de los equipos no permanentes.

$$P_{NO_{PERM_{CA}}} = \sum_{i=1}^n P_{FUC1} + P_{FUC2} \dots F_{un} C_n$$

Para facilidad de cálculos se presenta la siguiente tabla en donde se puede dimensionar la carga total conectada permanente:

CARGAS NO PERMANENTES					
Carga asociada	Potencia individual [W]	Cantidad	Factor de utilización	Potencia total	Corriente [A]
				0	
Total				0	0


Tabla 7. Cuadros de referencia para carga no permanentes

Ejemplo: Dimensionamiento de cargas no permanentes

Datos de entrada

Carga asociada	P individual [W]	Factor de potencia	Cantidad	Horas en servicio del equipo en un mes
Motor de interruptor 13,8 kV	200	0,8	11	64,8
Bobina de apertura de interruptor 13,8 kV	160	0,8	22	64,8
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	160	0,8	11	64,8
Motor seccionador de tres posiciones 13,8 kV	200	0,8	11	64,8
Motor de interruptor 34,5 kV	200	0,8	5	144
Bobina de apertura de interruptor 34,5 kV	200	0,8	10	144
Motor seccionador de tres posiciones 34,5 kV	200	0,8	5	144
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	160	0,8	11	64,8
Mandos motorizados para la transferencia de SSAA	100	0,8	3	237,6

Tabla 8. Ejemplo de cargas no permanentes

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 43 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Paso 1: Calcular las potencias individuales en [VA]


Se aplica la fórmula para cada uno de los equipos

$$S[VA] = \frac{P[W]}{fp}$$

Por lo tanto, se obtiene:

Carga asociada	P [W]	FP	S [VA]
Motor de interruptor 13,8 kV	200	0,8	250
Bobina de apertura de interruptor 13,8 kV	160	0,8	200
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	160	0,8	200
Motor seccionador de tres posiciones 13,8 kV	200	0,8	250
Motor de interruptor 34,5 kV	200	0,8	250
Bobina de apertura de interruptor 34,5 kV	200	0,8	250
Motor seccionador de tres posiciones 34,5 kV	200	0,8	250
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	160	0,8	200
Mandos motorizados para la transferencia de SSAA	100	0,8	125

Tabla 9. Potencias individuales en VA

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 44 de 123

Paso 2: Multiplicar por las cantidades de cada equipo:

Carga asociada	S [VA]	Cantidad	Potencia total [VA]
Motor de interruptor 13,8 kV	250	11	2750
Bobina de apertura de interruptor 13,8 kV	200	22	4400
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	200	11	2200
Motor seccionador de tres posiciones 13,8 kV	250	11	2750
Motor de interruptor 34,5 kV	250	5	1250
Bobina de apertura de interruptor 34,5 kV	250	10	2500
Motor seccionador de tres posiciones 34,5 kV	250	5	1250
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	200	11	2200
Mandos motorizados para la transferencia de SSAA	125	3	375

Tabla 10. Potencias totales


Paso 3: Aplicar factor de utilización

A partir de las horas en servicio de cada equipo, se halla el factor de utilización:

$$F_{un} = \frac{\text{Número de horas en servicio del equipo } n \text{ en un mes}}{\text{Horas totales en un mes}}$$

Ejemplo para el primer equipo:

Motor interruptor de 13,8 kV, se estima que estará conectado 64,8 h en un mes

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 45 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

$$F_{un} = \frac{64,8}{720}$$

$$F_{un} = 0,09$$

Aplicamos factor de utilización


$$P_{FUCn} = 2750 * 0,09 = 247.5$$

Carga asociada	Horas en servicio del equipo en un mes	FU	S [VA]	S TOTAL permanente [VA]
Motor de interruptor 13,8 kV	64,8	0,09	2750	247,5
Bobina de apertura de interruptor 13,8 kV	64,8	0,09	4400	396
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	64,8	0,09	2200	198
Motor seccionador de tres posiciones 13,8 kV	64,8	0,09	2750	247,5
Motor de interruptor 34,5 kV	144	0,2	1250	250
Bobina de apertura de interruptor 34,5 kV	144	0,2	2500	500
Motor seccionador de tres posiciones 34,5 kV	144	0,2	1250	250
Bobina de cierre de interruptor 13,8 kV	64,8	0,09	2200	198
Mandos motorizados para la transferencia de SSAA	237,6	0,33	375	123,75

Tabla 11. Factor de utilización

Paso 4: Carga total no permanente a 125 VCC: Se suman todos los equipos conectados que pertenecen a la categoría no permanente.


$$\begin{aligned}
 P_{NO_{PERM_{CA}}} &= 247,5 + 396 + 198 + 247,5 + 250 + 500 + 250 + 198 + 123,7 \\
 &= 2410,75 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 46 de 123

5. Cargas 208/120 VCA

Cargas esenciales A 208/120 VCA

1. **Identificar las cargas esenciales:** corresponden a los equipos y sistemas críticos que deben mantenerse en funcionamiento para garantizar la operación segura y eficiente de la subestación y, en algunos casos, para garantizar la estabilidad del sistema eléctrico en su conjunto. Estas cargas son esenciales para mantener la operatividad de la subestación y pueden incluir:
 - **Alimentaciones de cargadores de Baterías:** Los cargadores de baterías son críticos para mantener la carga de las baterías utilizadas en sistemas de respaldo como UPS y sistemas de energía de emergencia.
 - **Alimentación del gabinete Transformador:** El gabinete transformador puede contener equipos de control y protección esenciales para garantizar la operación segura de los transformadores en la subestación.
 - **Alimentación del grupo electrógeno:** El grupo electrógeno proporciona energía de respaldo en caso de un corte de energía prolongado, lo que garantiza la continuidad de la operación de la subestación.
 - **Alimentación del sistema de detección contra incendios:** El sistema de detección contra incendios es vital para la seguridad de la subestación, y su alimentación debe estar respaldada para garantizar su funcionamiento continuo.
 - **Alimentación del CCTV:** Los sistemas de videovigilancia (CCTV) son importantes para la seguridad y el monitoreo de la subestación, especialmente en áreas críticas.
 - **Iluminación, Calefacción y Tomas de Control:** Estas cargas esenciales incluyen la iluminación para mantener la visibilidad en la subestación, sistemas de calefacción para mantener las condiciones ambientales adecuadas y tomas de control en los tableros de protección y medidores de energía para permitir el monitoreo y control de los sistemas eléctricos.
 - **Tomacorrientes de Oficina:** Si la subestación incluye espacios de oficina, los tomacorrientes de oficina son esenciales para alimentar equipos de oficina y mantener la funcionalidad de los sistemas de comunicación y control.
 - **Tomacorrientes en Celdas MT:** Estos tomacorrientes pueden ser necesarios para la conexión de equipos y herramientas en las celdas de media tensión de la subestación.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 47 de 123


2. **Calcular las Potencias Individuales:** Inicialmente, calcular las potencias individuales de cada equipo o sistema, esta es la potencia que se especifica en las características técnicas de cada equipo.
3. **Multiplicar por las cantidades de cada equipo:** Se debe multiplicar la potencia nominal en kVA o VA de cada equipo por la cantidad de equipos de ese tipo que se encuentren en la subestación. Esto arrojará la potencia total requerida para todos los equipos de ese tipo.
4. **Aplicar Factor de utilización:** se establece que, al ser cargas permanentes, el factor de utilización corresponde a (1) uno.
5. **Sumar las Cargas Nominales:** Sumar todas las potencias nominales de las cargas permanentes:

$$P_{ESENCA} = \sum_{i=1}^n C_1 + C_2 \dots C_n$$

Para facilidad de cálculos se presenta la siguiente tabla en donde con facilidad se puede dimensionar la carga total:

CARGAS ESENCIALES A 208/120 VCA					
Carga asociada	Potencia individual [W]	Cantidad	Factor de utilización	Potencia total	Corriente [A]
			1	0	
			1		
			1		
			1		
			1		
Total				0	0

Tabla 12. Cuadro de referencias para cargas esenciales


	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 48 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Ejemplo: Dimensionamiento de cargas permanentes

Datos de entrada:

Carga asociada	P [W]	FP	Cantidad	Horas en servicio del equipo en un mes
Alimentación CCTV	1000	0,9	1	720
Alimentación de cargador para batería	10294	0,96	1	360
Alimentación de cargador para batería	10294	0,96	1	360
Alimentación de gabinete de transformador	1370	0,98	1	720
Alimentación del grupo electrógeno	2000	0,8	1	720
Detección de incendio	500	0,96	1	720
Iluminación	110	0,97	5	720
Calefacción	110	0,91	5	720
Toma de tableros de control	110	0,97	5	720
Tomacorrientes de oficina	120	0,98	1	720
Alimentación de tomacorrientes en las celdas	120	0,95	16	720

Tabla 13. Potencias individuales.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 49 de 123

Paso 1: Calcular las potencias individuales en [VA]


Se aplica la fórmula para cada uno de los equipos

$$S[VA] = \frac{P[W]}{fp}$$

Por lo tanto, se obtiene:

Carga asociada	P individual [W]	Factor de potencia	S [VA]
Alimentación CCTV	1000	0,9	1111,111111
Alimentación de cargador para batería	10294	0,96	10722,91667
Alimentación de cargador para batería	10294	0,96	10722,91667
Alimentación de gabinete de transformador	1370	0,98	1397,959184
Alimentación del grupo electrógeno	2000	0,8	2500
Detección de incendio	500	0,96	520,8333333
Iluminación	110	0,97	113,4020619
Calefacción	110	0,91	120,8791209
Toma de tableros de control	110	0,97	113,4020619
Tomacorrientes de oficina	120	0,98	122,4489796
Alimentación de tomacorrientes en las celdas	120	0,95	126,3157895


Tabla 14. Cargas permanentes en VA

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 50 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Paso 2: Multiplicar por las cantidades de cada equipo:

Carga asociada	S [VA]	Cantidad	S TOTAL [VA]
Alimentación CCTV	1111,111111	1	1111,11111
Alimentación de cargador para batería	10722,91667	1	10722,9167
Alimentación de cargador para batería	10722,91667	1	10722,9167
Alimentación de gabinete de transformador	1397,959184	1	1397,95918
Alimentación del grupo electrógeno	2500	1	2500
Detección de incendio	520,8333333	1	520,833333
Iluminación	113,4020619	5	567,010309
Calefacción	120,8791209	5	604,395604
Toma de tableros de control	113,4020619	5	567,010309
Tomacorrientes de oficina	122,4489796	1	122,44898
Alimentación de tomacorrientes en las celdas	126,3157895	16	2021,05263

Tabla 15. Cargas totales permanentes

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 51 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	


Paso 3: Aplicar factor de utilización

Carga asociada	S [VA]	Horas en servicio del equipo en un mes	Factor de utilización	S TOTAL [VA]
Alimentación CCTV	1111,11111 1	720	1	1111,11111 1
Alimentación de cargador para batería	10722,9166 7	360	0,5	5361,45833 3
Alimentación de cargador para batería	10722,9166 7	360	0,5	5361,45833 3
Alimentación de gabinete de transformador	1397,95918 4	720	1	1397,95918 4
Alimentación del grupo electrógeno	2500	720	1	2500
Detección de incendio	520,833333 3	720	1	520,833333 3
Iluminación	113,402061 9	720	1	567,010309 3
Calefacción	120,879120 9	720	1	604,395604 4
Toma de tableros de control	113,402061 9	720	1	567,010309 3
Tomacorrientes de oficina	122,448979 6	720	1	122,448979 6
Alimentación de tomacorrientes en las celdas	126,315789 5	720	1	2021,05263 2

Tabla 16. Factor de utilización


Paso 4: Carga total esenciales a 208/120 VCA: Se suman todos los equipos conectados que pertenecen a la categoría no permanente.

$$P_{PERMANENTCA} = 1111,11 + 5361,4 + 5361,45 + 1397,9 + 2500 + 520,8 + 567,01 + 604,39 + 567,01 + 122,44 + 2021,05 = 20134,73813 \text{ VA}$$

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 52 de 123

Cargas no esenciales A 208 VCA

1. **Identificar cargas no esenciales:** Enumerar los equipos y sistemas que no son críticos para la operación básica y segura de la subestación, estas cargas pueden conectarse a los SSAA de manera repentina con un consumo de energía de corta duración. A continuación, se presentan una serie de cargas no esenciales típicas que pueden encontrarse en las subestaciones eléctricas. Estas cargas no son críticas para el funcionamiento seguro y básico del sistema, pero aún pueden ser importantes para la operación eficiente y el confort del personal en la subestación:
 - **Iluminación general:** Las luces que no son de emergencia, pero proporcionan iluminación general en áreas de trabajo y pasillos.
 - **Sistema de ventilación no crítica:** En áreas donde el enfriamiento no es crucial, como áreas de almacenamiento, una ventilación simple puede ser suficiente.
 - **Sistema de climatización no crítica:** En áreas donde no se requiere un control preciso de la temperatura, puede haber sistemas de climatización más simples.
 - **Enchufes y Tomas de Corriente:** Enchufes eléctricos utilizados para conectar herramientas y dispositivos que no son críticos para la operación.
 - **Equipos de Oficina:** Equipos como impresoras, fotocopadoras, computadoras y teléfonos que son utilizados por el personal en la subestación.
 - **Sistemas de Sonido y Comunicación no Crítica:** Sistemas de megafonía, intercomunicación u otros sistemas de comunicación que no son esenciales para la operación básica.
 - **Iluminación Decorativa:** Iluminación adicional utilizada con fines decorativos o estéticos.
 - **Áreas de Descanso:** Equipos de entretenimiento en áreas de descanso para el personal, como televisores, radios, etc.
 - **Iluminación de Exteriores:** Iluminación para áreas exteriores, como estacionamientos y áreas de acceso.
 - **Sistemas de Seguridad no Esenciales:** Algunos sistemas de seguridad, como cámaras de vigilancia en áreas no críticas, pueden considerarse no esenciales.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 53 de 123

2. **Calcular las Potencias Individuales:** Inicialmente, calcular las potencias individuales de cada equipo o sistema en kW, esta es la potencia que se especifica en las características técnicas de cada equipo.
3. **Aplicar factor de utilización:** Este factor refleja la carga real esperada en el sistema y suele ser proporcionado por normativas o estándares de la industria. Se debe multiplicar la potencia nominal de cada carga por su respectivo factor de utilización.

$$P_{FUCn} = F_{un} * C_n$$

Donde:


- P_{FUC} : Potencia individual de cada carga después de haber sido multiplicada por su respectivo factor de utilización.
- F_{un} : Factor de utilización de la carga n
- C_n : Capacidad de la carga n

4. **Sumar todas las potencias nominales:** de los equipos no esenciales.

$$P_{NOESENCA} = \sum_{i=1}^n P_{FUC1} + P_{FUC2} \dots F_{un}C_n$$

CARGAS NO ESENCIALES					
Carga asociada	Potencia individual [W]	Cantidad	Factor de utilización	Potencia total	Corriente [A]
				0	
Total				0	0

Tabla 17. Tabla de referencia para cargas no esenciales


	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 54 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Ejemplo: Dimensionamiento de cargas no esenciales:

Datos de entrada

Carga asociada	P [W]	FP	Cantidad	Horas en servicio del equipo en un mes
Filtroprensa	250	0,8	1	720
Aire acondicionado	200	0,8	1	720
Calefacción 34,5 kV	200	0,8	5	720
Iluminación 34,5 kV	250	0,8	5	720
Toma de celdas MT 34,5 kV	250	0,8	5	720
Tablero + TD1	250	0,8	1	720
Alimentación de iluminación	200	0,8	5	720
Alimentación de tomas de tableros de distribución	125	0,8	5	720
Tablero +TDP	7421	0,8	1	720
Calefacción 13,8 kV	330	0,96	11	720
Iluminación 13,8 kV	330	0,9	11	720
Toma de celdas MT 13,8 kV	110	0,87	11	720

Tabla 18.Datos de entradas de cargas no esenciales

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 55 de 123

Paso 1: Calcular las potencias individuales en [VA]:


Se aplica la fórmula para cada uno de los equipos

$$S[VA] = \frac{P[W]}{fp}$$

Por lo tanto, se obtiene:

Carga asociada	P [W]	FP	S [VA]
Filtroprensa	250	0,8	312,5
Aire acondicionado	200	0,8	250
Calefacción 34,5 kV	200	0,8	250
Iluminación 34,5 kV	250	0,8	312,5
Toma de celdas MT 34,5 kV	250	0,8	312,5
Tablero + TD1	250	0,8	312,5
Alimentación de iluminación	200	0,8	250
Alimentación de tomas de tableros de distribución	125	0,8	156,25
Tablero +TDP	7421	0,8	9276,25
Calefacción 13,8 kV	330	0,96	343,75
Iluminación 13,8 kV	330	0,9	366,6666 667
Toma de celdas MT 13,8 kV	110	0,87	126,4367 816

Tabla 19. Potencias individuales en VA

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL		Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
			Página 56 de 123

Paso 2: Multiplicar por las cantidades de cada equipo:

Carga asociada	S [VA]	Cantidad	Potencia total [VA]
Filtroprensa	312,5	1	312,5
Aire acondicionado	250	1	250
Calefacción 34,5 kV	250	5	1250
Iluminación 34,5 kV	312,5	5	1562,5
Toma de celdas MT 34,5 kV	312,5	5	1562,5
Tablero + TD1	312,5	1	312,5
Alimentación de iluminación	250	5	1250
Alimentación de tomas de tableros de distribución	156,25	5	781,25
Tablero +TDP	9276,25	1	9276,25
Calefacción 13,8 kV	343,75	11	3781,25
Iluminación 13,8 kV	366,6666667	11	4033,333333
Toma de celdas MT 13,8 kV	126,4367816	11	1390,804598


Tabla 20. Cargas totales en VA

Paso 3: Aplicar factor de utilización

A partir de las horas en servicio de cada equipo, se halla el factor de utilización:

$$F_{un} = \frac{\text{Número de horas en servicio del equipo } n \text{ en un mes}}{\text{Horas totales en un mes}}$$

Ejemplo para el primer equipo:

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 57 de 123

Filtroprensa se estima que estará conectado 64,8 h en un mes

$$F_{un} = \frac{720}{720}$$

$$F_{un} = 1$$

Aplicamos factor de utilización


$$S_{FUCn} = 312,5 * 1 = 312,5 VA$$

Carga asociada	Horas en servicio del equipo en un mes	FU	S [VA]	S TOTAL permanente [VA]
Filtroprensa	510	0,71	312,5	221,35
Aire acondicionado	215	0,30	250	74,65
Calefacción 34,5 kV	36	0,05	250	62,50
Iluminación 34,5 kV	568	0,79	312,5	1232,64
Toma de celdas MT 34,5 kV	265	0,37	312,5	575,09
Tablero + TD1	214	0,30	312,5	92,88
Alimentación de iluminación	169	0,23	250	293,40
Alimentación de tomas de tableros de distribución	256	0,36	156,25	277,78
Tablero +TDP	154	0,21	9276,25	1984,09
Calefacción 13,8 kV	568	0,79	343,75	2982,99
Iluminación 13,8 kV	659	0,92	366,6666667	3691,62
Toma de celdas MT 13,8 kV	14	0,02	126,4367816	27,04

Tabla 21. Cargas con factor de utilización aplicada

Paso 4: Carga total no permanente a 125 VCC: Se suman todos los equipos conectados que pertenecen a la categoría no permanente.

$$\begin{aligned}
 P_{NOESENCA} &= 221,35 + 74,65 + 62,50 + 1232,64 + 575,09 + 92,88 + 293,40 \\
 &\quad + 277,78 + 1984,09 + 2982,99 + 3691,62 + 27,04 \\
 &= 11516,03 VA
 \end{aligned}$$

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 58 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

II. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

6. Dimensionamiento del transformador

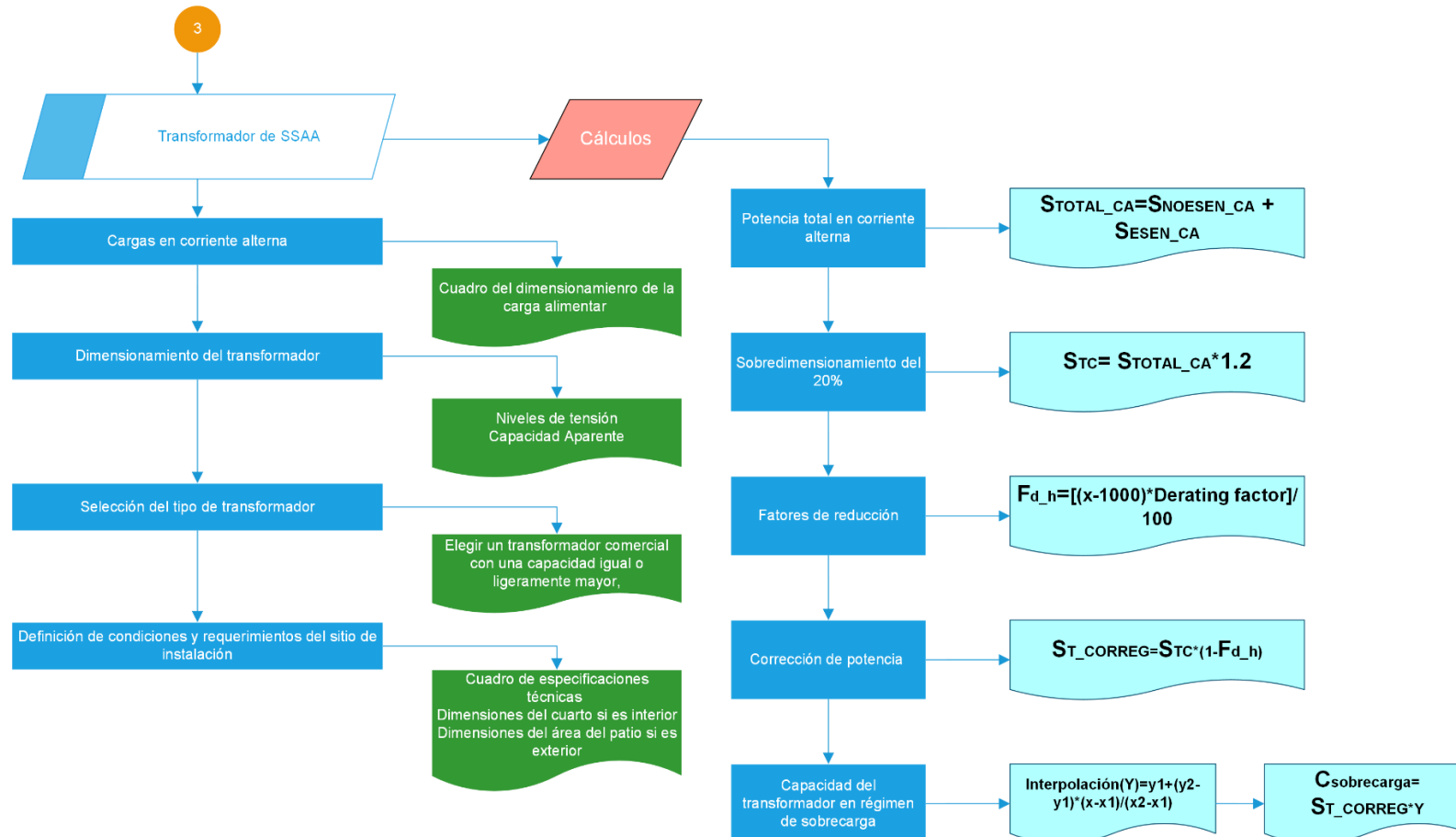



Figura 3. Paso a paso del transformador

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 59 de 123

Paso a paso para dimensionar transformador

- 1. Calcular la potencia total de cargas en corriente alterna:** Se debe tener en cuenta la potencia CA anteriormente estimada asociada a cargas esenciales y no esenciales.

$$S_{TOTAL_{CA}} = S_{NOESEN_{CA}} + S_{ESEN_{CA}}$$

- 2. Análisis de carga máxima probable:** Implica recopilar registros históricos de consumo de energía eléctrica de los sistemas y equipos de los servicios auxiliares durante un período de tiempo significativo. Esto puede incluir registros de consumo diario, semanal o mensual, dependiendo de la disponibilidad de datos. Un análisis preciso de la demanda máxima probable, que permite evitar una sobrecarga que dañe el transformador y cause interrupciones en el suministro eléctrico.

- 3. Sobredimensionamiento del 20%:** El sobredimensionamiento del 20% en transformadores es una práctica recomendada por el personal experto de un operador de red, permite para brindar flexibilidad, resiliencia y eficiencia al sistema eléctrico. Asegura que el transformador pueda enfrentar condiciones cambiantes y futuras expansiones, mientras que reduce el riesgo de fallas y contribuye a una operación más segura y confiable de la subestación eléctrica.

$$S_T = S_{TOTAL_{CA}} * 1.2$$


- 4. Seleccionar el Transformador Comercial:** Elegir un transformador comercial que tenga una capacidad igual o ligeramente mayor que la potencia aparente calculada en el paso anterior. La capacidad se expresa en kilovoltiamperios (kVA), se debe verificar que la tensión primaria y secundaria cumplan con los requisitos especificados de 34.5 kV/220-127 V

$$S_{TC} > S_T$$

Donde:

S_{TC} : Valor comercial mayor al cálculo de la potencia requerida.

Los transformadores se encuentran normalizados en valores comerciales específicos, lo que significa que no se encuentran disponibles en todas las capacidades posibles, sino que se ajustan a valores predefinidos. A

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 60 de 123

continuación, se presenta una tabla que resume algunos valores comerciales de transformadores monofásicos. Estos valores están normalizados, aunque el diseño del transformador puede variar en función del voltaje. Sin embargo, la capacidad del transformador permanecerá estandarizada.

Valores normalizados para transformadores monofásicos	
[kVA]	[kW]
5	4,5
10	9
15	13,5
25	22,5
37,5	33,8
50	45
75	67,5
100	90
167	150,3


Tabla 22Valores normalizados para transformadores monofásicos

En la siguiente tabla, se presentan las capacidades comerciales de los transformadores trifásicos de potencia.

Valores normalizados para transformadores trifásicos	
[kVA]	[kW]
15	13,5
30	27
45	40,5
75	67,5
112,5	101,3
150	135
225	202,5
300	270
400	360
500	450
630	567
1000	900

Tabla 23Valores normalizados para transformadores trifásicos

5. Reducción de la capacidad debido a la altitud y temperatura: Es crucial considerar factores ambientales como la altitud, ya que estos pueden ejercer

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 61 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

una influencia significativa sobre la capacidad y el rendimiento de los transformadores. De acuerdo a la norma IEEE C57.96 los transformadores pueden operarse a kilovatio-amperios nominales a altitudes superiores a 1000 metros (3300 pies) sin exceder los límites de temperatura, siempre y cuando la temperatura promedio del aire de enfriamiento no supere los valores de la Tabla 2 para las respectivas altitudes.

Tipo de aparato	Altitud			
	1000 m (3300 ft)	2000 m (6600 ft)	3000 (9900 ft)	4000 m (13200 ft)
Clase AA				
Aumento 80°C	30	26	22	18
Aumento 115°C	30	24	18	12
Aumento 150°C	30	22	15	7
Clase AA/FA y AFA				
Aumento 80°C	30	22	14	6
Aumento 115°C	30	18	7	-5
Aumento 150°C	30	15	0	-15


Tabla 24 Máximas altitudes que puede operar

La guía **IEEE Std C57.96™-1999 (R2005)** propone la siguiente información sobre los factores de reducción (derating) de la capacidad nominal (kVA), para transformadores a altitudes superiores a 1000 metros (3300 pies) a una temperatura ambiente promedio de 30 °C se proporciona en la tabla. Estos factores se utilizan para ajustar la capacidad nominal del transformador a medida que aumenta la altitud, lo que afecta la disipación de calor y, por lo tanto, la capacidad de carga segura del transformador.

Tipo de transformador	Tipo de enfriamiento	Factor de desclasificación (%) ^a
Transformador de tipo seco autorrefrigerado	AA	0.3
Transformador de tipo seco refrigerado por aire forzado	AA/FA y AFA	0.5

Tabla 25. Tipo de transformador

^a Por cada 100 m

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 62 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

$$F_{dh} = \frac{(X - 1000) * Derating factor}{100}$$

Donde:

X: Altitud

6. Se hace corrección de potencia:

$$S_{TCORREG} = S_{TC} * (1 - F_{dh})$$

7. Verificación de la capacidad del transformador en régimen de sobrecarga:

1. Se revisa el porcentaje al que equivale la carga permanente sobre la capacidad nominal corregida del transformador,

$$\%Cp = \frac{S_{TPERMAN}}{S_{TCORREG}}$$

2. Se hace uso de la siguiente tabla, en donde la IEEE establece la capacidad de sobrecarga diaria para lograr una esperanza de vida normal en un entorno con una temperatura ambiente promedio de 30 °C en transformadores.


CAPACIDAD DE SOBRECARGA (Múltiplo de la potencia nominal)			
Pico de carga en horas	Carga inicial		
	90%	70%	50%
½	1,47	1,59	1,65
1	1,30	1,36	1,39
2	1,20	1,23	1,25
4	1,13	1,15	1,16
8	1,07	1,09	1,09

Tabla 26.Capacidad de sobrecarga

3. Por medio de interpolación, debe hallarse el valor de la capacidad de sobrecarga a la que equivale el porcentaje hallado en el punto 1.

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}(x - x_1)$$

4. Se procede a calcular la capacidad de sobrecarga, multiplicando la potencia nominal del transformador por el valor hallado en el punto anterior.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 63 de 123

$$C_{sobrecarga} = S_{TCORREG} * \gamma$$

8. Revisión de la impedancia del transformador seleccionado: es indispensable que se manejen según su conexión:

- Conexión a líneas de distribución se manejan en un margen de 2-3% de impedancia nominal.
- Conexión a un terciario de un transformador de potencia o autotransformadores se manejan con un margen de 4 - 6 % con el objeto de limitar la corriente de corto circuito.

9. Revisión de la regulación de tensión

10. Verificar Otros Parámetros:

1. Verificar otros aspectos del transformador, como pérdidas, temperatura ambiente, opciones de conexiones, entre otros.

Ejemplo : Dimensionamiento del transformador

Paso 1: Calcular la potencia total de cargas en corriente alterna: A partir de los datos calculados en los ejemplos previos se obtiene:

$$S_{TOTALCA} = 20,134 \text{ kVA} + 114,355 \text{ kVA}$$

$$S_{TOTALCA} = 134,489 \text{ kVA}$$

Paso 2: Análisis de carga máxima probable: Se hace el análisis de las cargas permanentes más las cargas momentáneas con gran probabilidad de estar operando simultáneamente en determinado rango de tiempo, para el ejemplo se asumieron 2 horas:

$$S_{DMAX} = 145,212 \text{ kVA}$$


Paso 3: Sobredimensionamiento del 20%:

$$S_T = 134,489 \text{ kVA} * 1.2$$

$$S_T = 161,386 \text{ kVA}$$

Paso 4: Selección del transformador comercial: A partir del análisis, se observa que el transformador a seleccionar corresponde al transformador trifásico comercial siguiente al valor hallado:

$$S_{TC} = 225 \text{ kVA}$$

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 64 de 123

Paso 5: Reducción de la capacidad debido a la altitud y temperatura: Para el ejemplo, se asume una subestación ubicada a 4000 msnm.

$$F_{d_h} = \frac{(3370 - 1000) * 0,003}{100}$$

$$F_{d_h} = 0,071$$

Se hace corrección de potencia: Aplicamos ese factor a la capacidad del transformador previamente seleccionado.

$$S_{T_{CORREG}} = 225kVA * (1 - 0,071)$$

$$S_{T_{CORREG}} = 209,025 kVA$$

Paso 6: Verificación de la capacidad del transformador en régimen de sobrecarga: Se analiza la carga permanente respecto a la capacidad del transformador corregida:

$$\%Cp = \frac{134,489 kVA}{209,025 kVA} * 100$$

$$\%Cp = 64,3\%$$


Para un transformador de 204,075 kVA la carga permanente siendo atendida sin restricciones equivale a 64,3% de la capacidad nominal del transformador, por lo tanto, se utilizará la tercera columna de la tabla en donde se evidencia que la carga inicial es superior al 50% a la capacidad nominal del transformador, sin embargo, el valor de la capacidad de sobrecarga estimada para la demanda del 64,3% se obtendrá por medio de interpolación de la capacidad de sobrecarga inicial en 50% y 100%.

$$C_{50\%} = 1,25$$

$$C_{100\%} = 1$$

$$C_{64,3\%} = ?$$

Puntos conocidos	x	y
Punto 1	0,5	1,25
Punto 2	1	1
Punto a calcular		

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL		Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
			Página 65 de 123

Punto 3	0,643	Valor desconocido
---------	-------	-------------------

Tabla 27. Ejemplo de interpolación

$$y = 1,25 + \frac{(1 - 1,25)}{(1 - 0,5)} (0,643 - 0,5)$$

$$y = 1,178$$

Para facilitar la comprensión de este punto, se incluye a continuación una representación gráfica que proporciona una visualización más clara del proceso de interpolación utilizado:

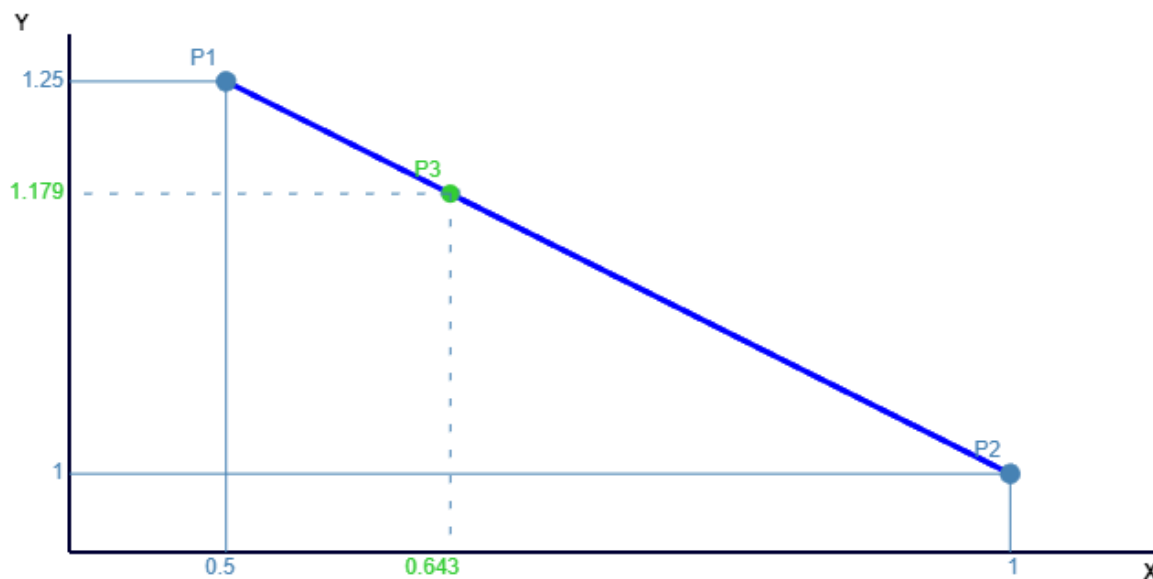


Figura 4. Ejemplo de interpolación

Por lo tanto, la capacidad de sobrecarga será:


$$C_{sobrecarga} = 204,075 \text{ kVA} * 1,178$$

$$C_{sobrecarga} = 240,400 \text{ kVA}$$

De esta forma, la demanda máxima probable se satisface con una holgura de:

$$\%Holg = 240,400 \text{ kVA} - 145,212 \text{ kVA}$$

$$\%Holg = 95,188 \text{ kVA}$$

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 66 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

7. Dimensionamiento de la planta de emergencia

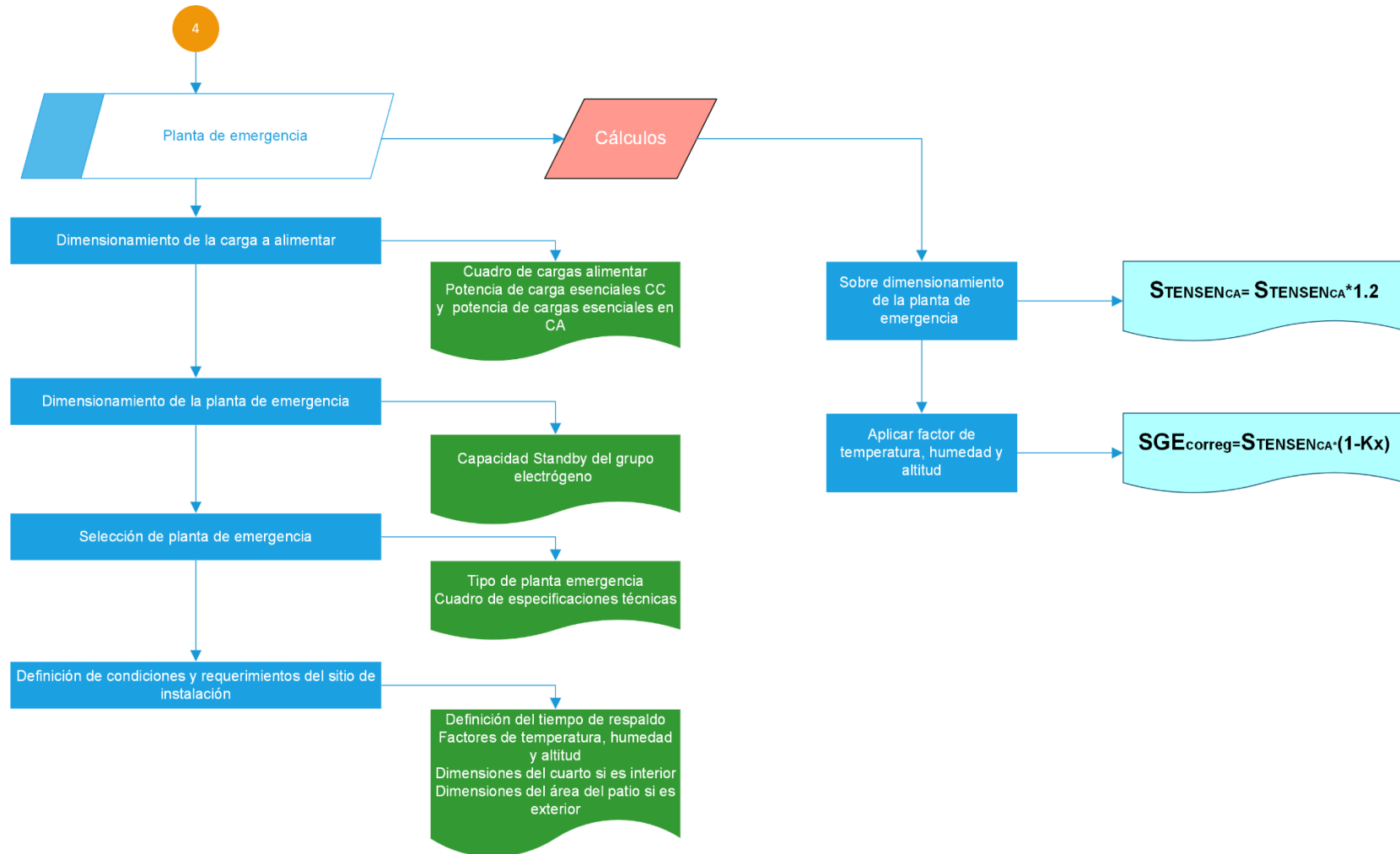



Figura 5. Paso a paso de la planta de emergencia

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL		
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
			Versión: 1
			Página 67 de 123


- Cálculo de la potencia de las cargas esenciales con un incremento del 20% de reserva:** se utiliza como un margen adicional de seguridad para asegurarse de que el grupo electrógeno pueda manejar las fluctuaciones en las cargas y las posibles demandas inesperadas que podrían ocurrir en situaciones reales.

$$S_{ERV-ESC} = (S_{ESENCA}) * 1.2$$

- Cálculo de la Capacidad Standby del Grupo Electrógeno:** La capacidad standby del grupo electrógeno debe ser igual o superior a la potencia de las cargas esenciales calculada.
- Definición del Tiempo de Respaldo:** Debe decidirse durante cuánto tiempo es necesario que la planta de emergencia proporcione energía de respaldo a las cargas esenciales en caso de un corte de energía. Esto puede variar según las necesidades y regulaciones locales.
- Selección del Tipo de Planta de Emergencia:** Debe decidirse qué tipo de grupo electrógeno comercial se utilizará, como generadores diésel, generadores de gas, sistemas de almacenamiento de energía (baterías), etc, considerando factores como el tiempo de respuesta, la disponibilidad de combustible y las restricciones ambientales. La tabla a continuación exhibe algunos valores comerciales relativos a la capacidad de grupos electrógenos Diesel fabricados y comercializados por la empresa Caterpillar:

Valores normalizados para transformadores trifásicos	
[kVA]	[kW]
6	7,5
8	10
10	12,5
12,55	15,6
15	18,8
18,8	23,5
22,5	38
26,4	33
30	38
40	50
45	57
52	65


Tabla 28. Valores normalizados para transformadores trifásicos

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 68 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

5. **Aplicar factor de temperatura, humedad y altitud:** Es de suma importancia llevar a cabo una revisión exhaustiva de las condiciones de la ubicación en la que se encuentra la subestación en la que se va a ubicar el grupo electrógeno seleccionado. Esta revisión tiene como objetivo principal la identificación de las posibles pérdidas asociadas a cada una de las variables críticas, a saber: temperatura, altitud y humedad. En la revisión bibliográfica de diversos fabricantes de generadores, se observa que cada uno de ellos recomienda sus propios factores de corrección para tener en cuenta la temperatura, humedad y altitud sobre el nivel del mar al dimensionar sus equipos. Sin embargo, en la presente guía, se opta por adoptar los factores encontrados en la referencia "ELECTRIC POWER APPLICATIONS, ENGINE & GENERATOR SIZING" de Caterpillar. Esta elección se basa en la sólida reputación de Caterpillar como empresa líder y altamente reconocida en el sector eléctrico.

Temperatura ambiente	Porcentaje de humedad (%)									
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
27							0,5	1,1	1,5	1,9
30						0,5	1,1	1,7	2,2	2,7
32					0,3	0,9	1,5	2,2	2,8	3,4
34					0,7	1,3	2,0	2,7	3,4	4,1
36				0,3	1,1	1,8	2,6	3,4	4,1	4,9
38				0,7	1,5	2,3	3,2	4,0	4,9	5,7
40			0,1	1,1	2,0	2,9	3,8	4,7	5,7	6,7
42			0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,6	7,7
44			0,9	1,9	3,0	4,2	5,4	6,5	7,7	
46			1,2	2,4	3,7	5,0	6,3	7,6		
48		0,1	1,5	2,9	4,3	5,7	7,2			
50		0,5	2,0	3,5	5,0	6,7				
52		0,9	2,5	4,2	6,0	7,7				


Tabla 29. Factor de humedad.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL		
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre
			Versión: 1
			Página 69 de 123

Temperatura ambiente (°C)	Pérdida (%)
27	0
30	0,9
32	1,5
34	2,1
36	2,7
38	3,3
40	3,9
42	4,5
44	5,1
46	5,7
48	6,3
50	6,0
52	7,5

Tabla 30. Factor de temperatura

Msnm (m)	Pérdida (%)
150	0
200	0.6
300	1.9
400	3.2
500	4.5
600	5.8
700	7.1
800	8.4
900	9.7
1000	11.0
1100	12.3
1200	13.6
1300	14.9
1400	16.2

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 70 de 123


1500	17.5
1600	18.8
1700	20.1
1800	21.4
1900	22.7
2000	24.0
2100	25.3
2200	26.6
2300	27.9
2400	29.2
2500	30.5

Tabla 31. Factor de altitud

Se recomienda verificar:

Regulaciones locales sobre el uso de generadores, incluidas las restricciones de ruido y las normativas de seguridad.

- El generador debe ser del tipo síncrono.
- El generador debe operar satisfactoriamente para los kVA, factor de potencia y frecuencia nominales dentro del rango del +5%.
- El generador deberá ser de cuatro polos para operar a 1800 rpm.
- El generador deberá ser capaz de alimentar la carga nominal en forma continua sin exceder los límites de temperatura para generadores con aislamiento clase “B” (80°C de elevación de temperatura en los devanados de la armadura y campo sobre un ambiente de 40°C máximos)
- El sistema de excitación deberá ser del tipo sin escobillas con rectificadores de silicio y con excitador integrado al generador
- El regulador de voltaje deberá controlar el campo del excitador, deberá tener la sensibilidad y rapidez de respuesta adecuadas para que regulación del generador no sea mayor al 1% desde carga cero a


<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 71 de 123

plena carga y viceversa. Dicho regulador estará montado en el tablero de control del generador.

- La capacidad de soportar cortocircuitos deberá ser de 30 segundos con falla
- trifásica operando a la capacidad nominal y a 105% del voltaje nominal
- El generador deberá estar construido de tal manera que soporte el 25% de sobre velocidad sin sufrir daños

Para el Motor Diésel

- ✓ El motor impulsor del generador de las plantas de emergencias deberá trabajar a 1800 r.p.m. a base de diésel con ciclo de operación a dos tiempos, enfriado con agua, turbo cargado; deberá estar construido de acuerdo a las más recientes normas de la Diésel Engineer Manufacturers Association (DEMA)
- ✓ El motor deberá estar diseñado para absorber los efectos de la aplicación
- ✓ repentina de las cargas conectadas a las barras colectoras de emergencia del tablero de servicios propios de la subestación
- ✓ El motor deberá estar calculado para absorber los efectos debidos a la temperatura ambiente, altura sobre el nivel del mar cuando la subestación donde vaya a ser instalada la planta generadora se encuentre en lugares a más de 1000 m.s.n.m. y con temperaturas ambiente mayor a 30°C, sin que su potencia se vea afectada
- ✓ La capacidad nominal del motor deberá ser suficiente para obtener la salida continua del generador tomando en cuenta la eficiencia del grupo y el desgaste después de 1000 horas de operación.
- ✓ La planta generadora deberá ser capaz de arrancar sin calentamiento previo el motor y tomar su carga plena en un tiempo de 15 segundos.
- ✓ Conjuntamente con la planta generadora, deberá incluir un tanque de día para 24 horas y toda la tubería de conducción hasta el motor
- ✓ El motor deberá estar provisto de los instrumentos necesarios para verificación de funcionamiento tales como detectores de temperatura e indicadores de nivel de aceite y agua
- ✓ H. El motor deberá contar con un filtro de aire adecuado para las condiciones ambientales que prevalezcan en la zona de la subestación donde vaya a instalar la planta generadora
- ✓ Deberá contar con los medios necesarios para mantener las temperaturas y presiones de aceite lubricante, aire de enfriamiento y

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 72 de 123

velocidad del grupo, así como para limitar o parar el motor cuando se sobrepasen los valores nominales de seguridad.

Para su localización física:

- ✓ La planta generadora deberá colocarse en un cuarto exclusivo para ellas y fuera de la sala de control
- ✓ Deberá preverse el espacio suficiente para asegurar una ventilación adecuada, así como para la realización de maniobras de mantenimiento
- ✓ Deberá preverse la tubería necesaria para segura la salida eficiente de gases hacia el exterior, de tal manera que se eviten contracciones peligrosas o tóxicas en el área de la caseta de control

Ejemplo:

Paso 1: Cálculo de la potencia de las cargas esenciales con un incremento del 20% de reserva ($S_{TESENCA}$):

$$S_{TESENCA} = 20134,73813 \text{ VA} * 1,2$$

$$S_{TESENCA} = 24,16167 \text{ kVA}$$

Paso 2: Selección del Tipo de Planta de Emergencia: A partir del análisis, se observa que el grupo electrógeno a seleccionar corresponde al de valor comercial siguiente al calculado (S_{GE}):


$$S_{GE} = 26,4 \text{ kVA}$$

Paso 3: Aplicar factor de temperatura, humedad y altitud ($S_{GECorreg}$):

- a. Factor de humedad y temperatura: Dado que, para el ejemplo, el grupo electrógeno se utilizará en Vetas, Santander, Colombia, donde la temperatura promedio se mantiene en torno a los 12°C, no es necesario considerar pérdidas debidas a la temperatura ni a la humedad en este escenario específico.
- b. Factor de altura sobre el nivel del mar: Vetas es un municipio que se encuentra a 3370 msnm, por lo tanto, se aplica el factor de pérdidas por altura sobre el nivel del mar:

$$S_{GECorreg} = 26,4 \text{ kVA} * (1 - 0,3)$$

$$S_{GECorreg} = 18,480 \text{ kVA}$$

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Fecha de emisión:	
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS		10/10/2023	
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 73 de 123


- c. Es esencial realizar un análisis para asegurar que, al aplicar los factores y tener en cuenta las pérdidas, la planta pueda mantener la capacidad y alimentar toda la carga necesaria. En este contexto específico, resulta necesario buscar una alternativa de grupo electrógeno con una capacidad superior, dado que el equipo actual podría no ser suficiente para cubrir las necesidades actuales, debido a que la capacidad de la planta es menor que la carga esencial de los servicios auxiliares propuesta en el presente ejemplo.

Seleccionamos un valor comercial mayor, corresponde a 40kVA.

$$S_{GE_{Correg}} = 40kVA * (1 - 0,3)$$

$$S_{GE_{Correg}} = 28 kVA$$

Definición del Tiempo de Respaldo: Debe decidirse durante cuánto tiempo es necesario que la planta de emergencia proporcione energía de respaldo a las cargas esenciales en caso de un corte de energía. Esto puede variar según las necesidades y regulaciones locales.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 74 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

8. Dimensionamiento del cargador de baterías.

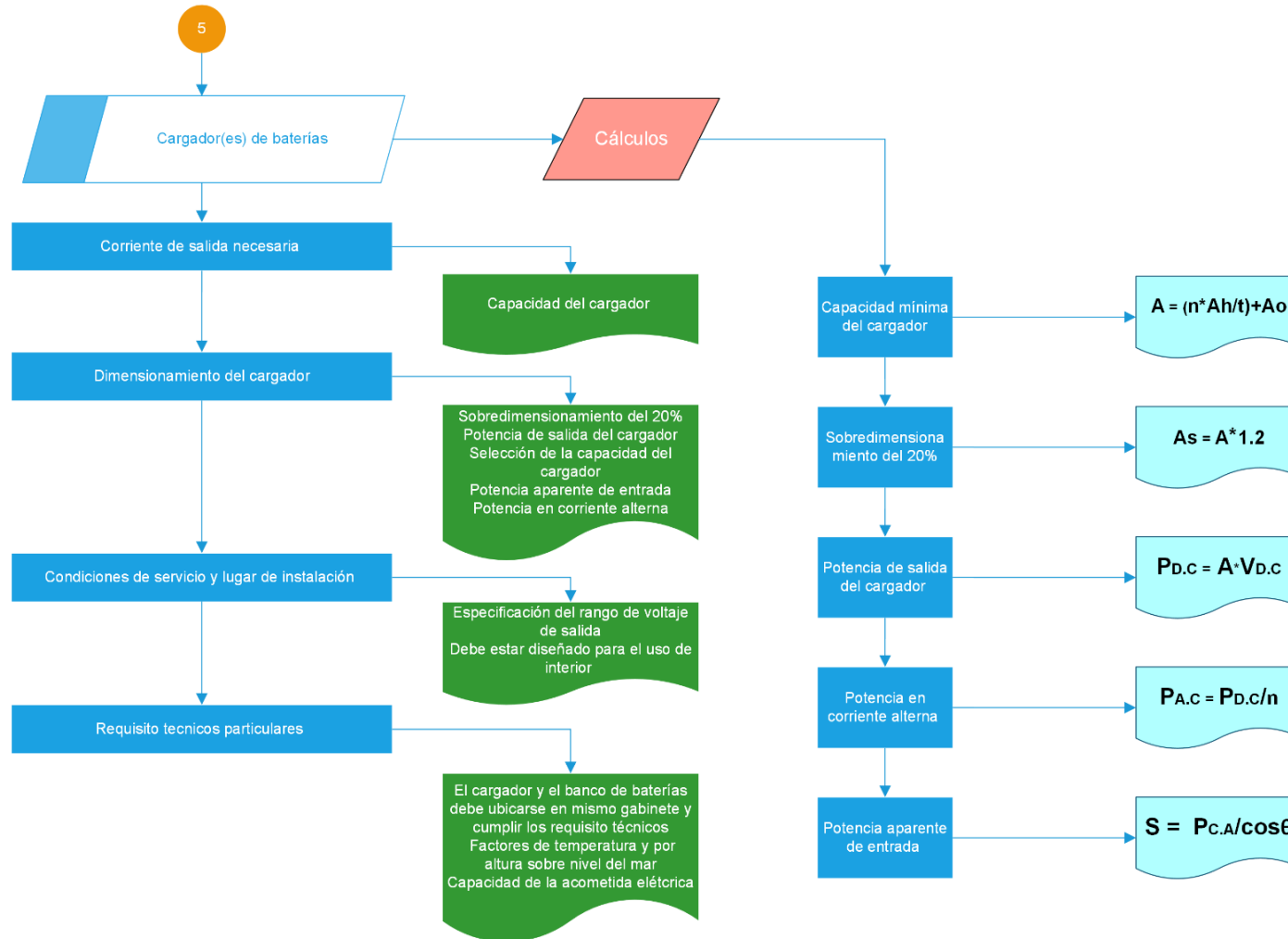



Figura 6. Paso a paso del cargador rectificador

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 75 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- Determinar la corriente de salida necesaria (A):** Para evaluar esta capacidad, es esencial tener información no solo sobre la duración de la batería, sino también del tiempo que lleva cargarlas y las especificaciones de las cargas que van a ser alimentadas. Esto se debe a que el rectificador debe suministrar energía no solo a las cargas, sino también al banco de baterías cuando se están recargando, como se muestra en la siguiente figura

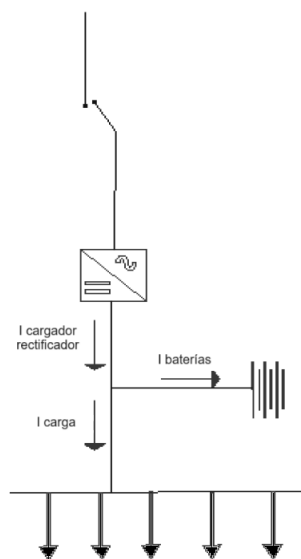


Figura 7. Flujo de corriente

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:

$$A = \frac{n A_h}{t} + A_o$$


A : Capacidad mínima del cargador, medido en [A]

A_h : Capacidad nominal del banco de baterías, medido en [A-h].

n : constante para compensar las pérdidas durante la carga (1,25 para baterías plomo-ácido)

A_o : corriente de consumo continuo demandada por las cargas, A

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

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 76 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

2. **Sobredimensionamiento del 20%:** Este margen adicional se incorpora para garantizar un funcionamiento confiable y evitar problemas potenciales en caso de picos de carga, fluctuaciones en el suministro de energía o para acomodar futuras expansiones del sistema.

$$A_s = A * 1,2$$

3. **Aplicar factores de corrección por temperatura y por altura sobre el nivel del mar:** La corrección por temperatura ambiente se debe considerar si ésta supera los 40°C (temperatura máxima indicada por los fabricantes) durante períodos superiores a una hora. La corrección por altura se considera para cargadores instalados a una altura superior a 1000 m sobre el nivel del mar. En la tabla siguiente que propone el libro SUBESTACIONES DE ALTA Y EXTRA ALTA TENSIÓN se resumen los factores de corrección por temperatura y altura; los valores entre paréntesis son los que se aplican para estimar la capacidad nominal del cargador.

Corrección por temperatura		Corrección por altura sobre el nivel del mar	
Temperatura	Factor	Altura [m.s.n.m]	Factor
45	0,93(1,07)	1.500	0,95 (1,05)
50	0,86 (1,16)	2.000	0,91 (1,09)
55	0,74 (1,35)	2.500	0,86 (1,16)
		3.000	0,83 (1,20)
		3.500	0,81 (1,23)
		4.000	0,80 (1,25)

Tabla 32. Corrección por temperatura y por altura sobre el nivel del mar

Esto implica la siguiente expresión:

$$A_{Corre} = Ft * Fh * I$$

Por lo tanto, se debe analizar si el valor corregido

4. **Calcular la Potencia de Salida del Cargador ($P_{D.C.}$):** Utilizar la siguiente fórmula para calcular la potencia de salida del cargador


$$P_{D.C.} = A_{Corre} * V_{D.C.}$$

Donde:

$P_{D.C.}$: Potencia de salida del cargador

A : Capacidad en amperios

$V_{D.C.}$: Tensión nominal del sistema

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 77 de 123

- 5. Calcular la Potencia en Corriente Alterna ($P_{A.C.}$):** Emplear la eficiencia del cargador (η) para calcular la potencia en corriente alterna, se asume un valor típico de eficiencia que corresponde a 0.85

$$P_{A.C.} = \frac{P_{D.C.}}{\eta}$$

Donde:

$P_{A.C.}$: Potencia en corriente alterna en vatios (W).

$P_{D.C.}$: es la potencia de salida del cargador en vatios (W).

η : es la eficiencia del cargador expresada como un número decimal.

- 6. Calcular la Potencia Aparente de Entrada (S):** Utilizar el factor de potencia para calcular la potencia aparente de entrada:

$$S = \frac{P_{C.A.}}{\cos\phi}$$

Donde:

S : es la potencia aparente de entrada en voltiamperios (VA).

$P_{C.A.}$: es la potencia en corriente alterna en vatios (W).


$\cos\phi$: es el factor de potencia, generalmente se asume como 0.9.

- 7. Seleccionar la Capacidad del Cargador (A):** Elegir un cargador con una capacidad (A) igual o ligeramente mayor que la corriente de salida calculada corregida.
- 8. Determinar la Capacidad de la Acometida Eléctrica:** La potencia aparente de entrada (S) calculada en el paso anterior representa la capacidad mínima necesaria de la acometida eléctrica para alimentar el cargador de baterías. Esta capacidad se expresa en voltiamperios (VA) y se utiliza para dimensionar el suministro eléctrico adecuado.



CONSIDERACIONES ADICIONALES

GENERALES

1. La tensión de salida de corriente continua será direccionada a través de interruptores termomagnéticos hacia el banco de baterías y el panel de servicios auxiliares de corriente continua.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 78 de 123

2. La especificación del rango de voltaje de salida del rectificador debe ser congruente con la carga de baterías en los modos de FLOTACIÓN e IGUALACIÓN. Se requiere que los niveles de voltaje sean ajustables de forma remota desde el panel de control del equipo, manteniendo una precisión de regulación de voltaje de $\pm 1\%$, y una precisión de corriente de $\pm 1\%$, independientemente de las variaciones en los parámetros de línea eléctrica, carga, frecuencia y temperatura.
3. El cargador de baterías debe suministrar y soportar la carga de igualación, desde las condiciones plenas de descarga de una batería hasta la recuperación nominal de la tensión de cada una de sus celdas y densidad del electrolito, función que debe cumplir sin alterar las condiciones normales de operación.
4. En condiciones normales de servicio debe suministrar y soportar la carga conectada en flotación.
5. Debe soportar un tiempo de recarga mayor a 48 h y debe permitir la programación con paro automático, conteniendo una alarma de conclusión de ciclo de recarga, además una alarma para que en el caso de interrupción de la recarga.
6. El cambio de tensión de igualación a flotación y viceversa debe ser automático con la opción de hacer cambios en forma manual con un conmutador en la parte frontal del cargador. Bajo funcionamiento automático el cambio de tensión debe ser mediante el censado de la corriente alimentada a la batería.
7. Después de un corte de energía, el rectificador debe activarse automáticamente en modo de IGUALACIÓN si la corriente en el banco de baterías supera el límite predefinido para esta modalidad, siempre manteniendo la corriente de recarga de la batería por debajo de su umbral máximo. Una vez que la corriente caiga por debajo del umbral configurado, el rectificador deberá retornar automáticamente al modo FLOTACIÓN.
8. Los modos de operación FLOTACIÓN e IGUALACIÓN deberán ser seleccionables manualmente mediante un interruptor posicionado en la puerta frontal del equipo.
9. Con el propósito de mitigar picos de corriente y sobrecargas instantáneas en la red eléctrica, es imperativo que los equipos estén equipados con una función de arranque suave, permitiendo que la corriente aumente gradualmente hasta alcanzar el nivel deseado.
10. Se establece como requisito la implementación de un sensor de temperatura tipo RTD, excluyendo la opción de sensores de tipo transistorizado.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 79 de 123

11. La disposición de contactos libres de potencial será un componente esencial para la supervisión integral del sistema, englobando la detección de alarmas tales como tensiones máximas, tensiones mínimas en modo de flotación, sobrecalentamiento, activación manual, estado de pausa, apagado y fallos en la red.


PROTECCIONES

El cargador debe estar equipado con los siguientes dispositivos de protección:

1. Un interruptor termomagnético, con bobina de disparo en la entrada de corriente alterna (CA), cuya función primordial es activar la desconexión de la fuente de alimentación en caso de detectar condiciones anómalas, tales como sobretensión, sobrecarga en la salida de corriente continua o fallo en el fusible rápido.
2. Una salvaguardia contra transitorios en la entrada de corriente alterna (CA) implementada mediante varistores de alta capacidad, diseñada para mitigar los efectos adversos de fluctuaciones de tensión.
3. Un fusible rápido situado en la rama del puente de tiristores, con la finalidad de proteger los componentes electrónicos y asegurar un funcionamiento seguro.
4. Un mecanismo de limitación de corriente, empleado para regular la operación en modo de corriente constante y garantizar una distribución de corriente óptima.
5. La incorporación de un mecanismo de limitación de corriente en la salida dirigida a las baterías, que se encarga de controlar y mantener la corriente dentro de límites aceptables.
6. Interruptores en las salidas de corriente continua del rectificador, así como en las salidas destinadas a las baterías y a los equipos, permitiendo un control selectivo y seguro de la alimentación eléctrica.
7. La incorporación de salvaguardias contra sobrevoltaje en la salida del rectificador, junto con la presencia de diodos de bloqueo, que contribuyen a prevenir situaciones no deseadas en la operación del sistema.

ALARMAS

El sistema de alimentación debe disponer de señalización local por medio de diodos LED Y/o despliegues alfanuméricos que permitan visualizar los siguientes estados y/o parámetros:


<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 80 de 123

- ✓ Carga de flotación
- ✓ Carga rápida
- ✓ Conexión de red
- ✓ Falla de red
- ✓ Descarga de baterías
- ✓ Reposo
- ✓ Falla de rectificador
- ✓ Alarma por tensión máxima
- ✓ Alarma por tensión mínima de flotación
- ✓ Alarma por sobretemperatura
- ✓ Carga manual
- ✓ Valores de tensión de batería
- ✓ Temperatura de batería, temperatura del equipo.
- ✓ Intensidad de batería
- ✓ Intensidad de utilización, intensidad del rectificador.

GABINETE DEL CARGADOR DE BATERÍAS

El gabinete del cargador de baterías debe cumplir con las siguientes especificaciones estructurales:

- ✓ Debe estar construido con un armazón de lámina de acero estructural, con un grosor no inferior a 3.18 mm de diámetro, y los paneles y puertas deben tener un grosor no menor a 1.98 mm de diámetro.
- ✓ El gabinete del cargador de baterías debe ser autosoportado y, en caso necesario, debe incorporar un bastidor para que los instrumentos de medición contenidos en el gabinete se encuentren a una altura de 1.50 m con respecto al nivel del piso terminado, excepto cuando se indique lo contrario en las Características Particulares. Además, la parte posterior del gabinete debe estar diseñada para instalarse adyacente a una pared.
- ✓ El acceso al gabinete debe ser frontal.
- ✓ Tanto el cargador de baterías como el gabinete deben estar diseñados para un enfriamiento autónomo por convección natural, excluyendo la utilización de sistemas de ventilación forzada. Si es necesario, los gabinetes pueden contar con aberturas laterales o frontales para la ventilación.
- ✓ El gabinete debe estar equipado con los medios adecuados para su izaje y soporte apropiado.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 81 de 123

- ✓ El sistema de corriente alterna (CA) que alimenta el cargador de baterías debe estar conectado de forma sólida a tierra.

Ejemplo: Dimensionamiento del cargador de baterías

Paso 1: Determinar la Corriente de Salida Necesaria (Ic):

$$A = \frac{n A_h}{t} + A_o$$

$$A = \frac{1,25 * 300}{8} + 2,668$$

$$A = 49,543 A$$

A: Capacidad mínima del cargador, medido en [A]

A_h : Capacidad nominal del banco de baterías, medido en [A-h].

n: constante para compensar las pérdidas durante la carga (1,25 para baterías plomo-ácido)

A_o : corriente de consumo continuo demandada por las cargas, A

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

Paso 2: Sobredimensionamiento del 20%:

$$A = 49,543 A * 1,2$$

$$A_{20\%} = 59,45 A$$

Paso 3: Aplicar factores de corrección por temperatura y por altura sobre el nivel del mar (A_{Corre}): Para el ejemplo, debido a que se está asumiendo el municipio de Vetás, Santander Colombia, no se debe corregir por temperatura, pero sí debe corregirse por altura sobre el nivel del mar.

$$A_{Corre} = 59,45 A * 1,23$$

$$A_{Corre} = 73,125 A$$


Paso 4: Calcular la Potencia de Salida del Cargador ($P_{(D.C.)}$):

$$P_{D.C.} = A_{Corre} * V_{D.C.}$$

$$P_{D.C.} = 73,125 A * 125$$

$$P_{D.C.} = 9,1406 kW$$

Paso 5: Calcular la Potencia en Corriente Alterna ($P_{A.C.}$): Emplear la eficiencia del cargador (η) para calcular la potencia en corriente alterna, se asume un valor típico de eficiencia que corresponde a 0.85

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 82 de 123

$$P_{A.C.} = \frac{9,1406 \text{ kW}}{0,85}$$

η : Se asume un valor típico de 0,85

$$P_{A.C.} = 10,753 \text{ kW}$$


Paso 6: Calcular la Potencia Aparente de Entrada (S): Utilizar el factor de potencia para calcular la potencia aparente de entrada:

$$S = \frac{10,753 \text{ kW}}{0,9}$$

$\cos\phi$: Se considera un valor de 0,9 para el ejemplo.

Seleccionar la Capacidad del Cargador (A): Elegir un cargador con una capacidad (A) igual o ligeramente mayor que la corriente de salida calculada corregida.

Debido a los valores comercialmente disponibles se propone seleccionar un cargador de 75 A.

<div> <div>Universidad Industrial de Santander</div>  </div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 83 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

9. Dimensionamiento del inversor

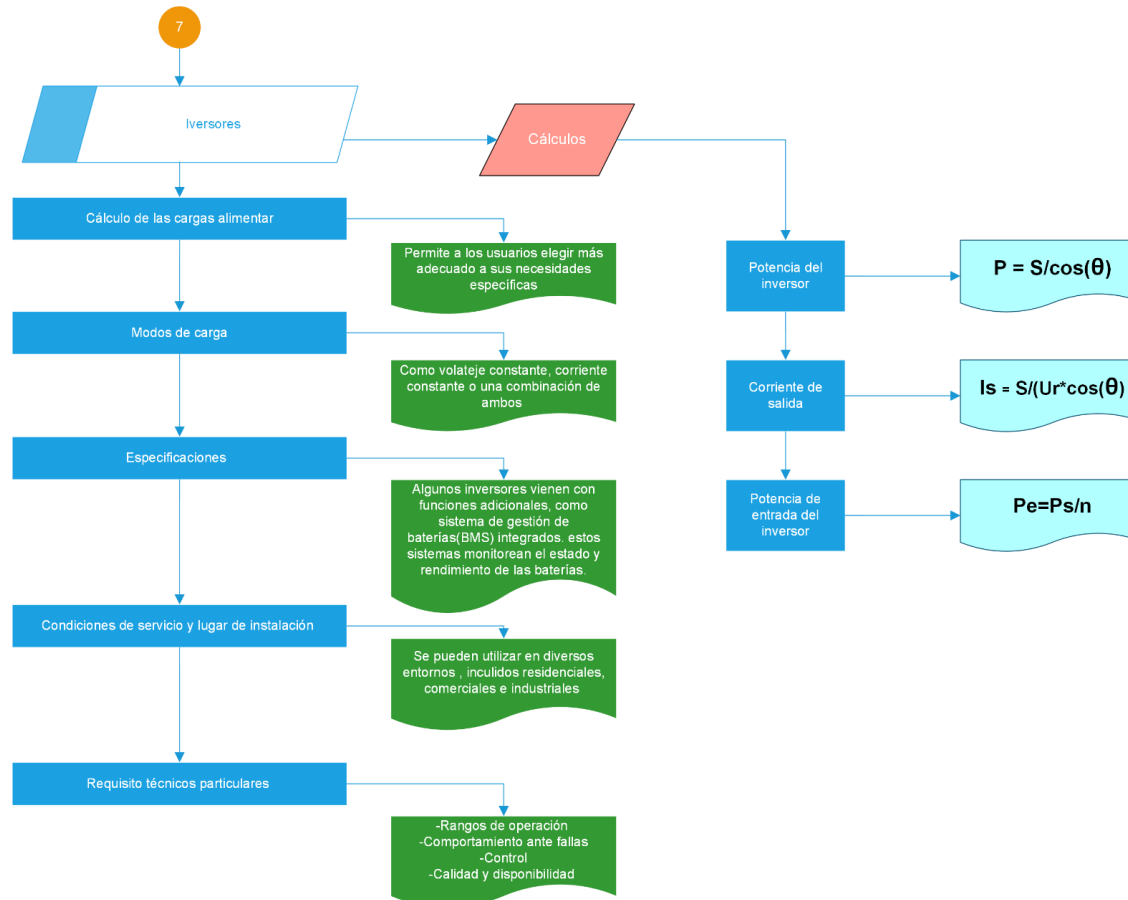




Figura 8. Paso a paso del inversor

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 84 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Cálculo de la potencia de salida del inversor

Para el cálculo de la potencia de salida del inversor se siguen los siguientes pasos:

- Determinar el total de KVA de las cargas a alimentar:** El cálculo de la carga que alimenta el sistema inversor se realiza mediante la suma de las cargas individuales multiplicadas por su factor de potencia. Esto nos proporciona el consumo total en la barra de corriente alterna de 208/120 Vca. Una vez obtenida esta carga, podemos determinar la potencia requerida por el inversor del sistema de corriente continua.
- Obtener el factor de potencia total, $\cos\phi$** con base en la potencia activa P

$$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{kW}{kVA}$$

- Calcular la corriente nominal de salida:** Teniendo en cuenta las cargas que se conectarán a la barra de 120 Vca regulada, se realiza el cálculo de la potencia del inversor. La corriente de salida del inversor está dada por:

$$I_{salida} = \frac{S}{U_r * \cos\phi}$$


- Sobredimensionamiento del 20%:** Este margen adicional se incorpora para garantizar un funcionamiento confiable y evitar problemas potenciales en caso de picos de carga, fluctuaciones en el suministro de energía o para acomodar futuras expansiones del sistema.

$$I = 1,2 * I_{salida}$$

- Seleccionar la corriente asignada normalizada próxima superior:** La elección de la corriente asignada normalizada superior más cercana se realiza con el propósito de garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo del sistema. Esta elección se basa en consideraciones técnicas que aseguran que el equipo o componente seleccionado pueda manejar de manera eficiente las cargas y condiciones operativas previstas, minimizando así los riesgos potenciales y maximizando la confiabilidad del sistema eléctrico.
- Cálculo de la potencia de entrada del inversor:** El cálculo de la potencia de entrada del inversor se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{P_s}{\eta}$$

Donde:

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 85 de 123

P_e : Potencia consumida por el inversor en c.c., KW

P_s : kW desalida del inversor en c.a., KW

η : eficiencia (típicamente se considera como 0,8 para ser conservadores).

Ejemplo: Dimensionamiento del inversor

Paso 1: Determinar el total de KVA de las cargas a alimentar: El inversor se conectará al barraje asociado a las cargas esenciales VCA, este es un valor previamente conocido que se extrae de los cuadros de carga, para este ejemplo en particular corresponde al siguiente valor:

$$P_{PERMANENTCA} = 2,0134 \text{ kVA}$$

Paso 2: Obtener el factor de potencia total:

$$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{18,854 \text{ kW}}{20,134 \text{ kVA}} = 0,93$$

Paso 3: Calcular la corriente nominal de salida:

$$I_{salida} = \frac{20,134 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 120 * 0,93}$$

$$I_{salida} = 104,16 \text{ A}$$

Paso 4: Sobredimensionamiento del 20%:

$$I = 1,2 * 104,16$$

$$I = 124,99 \text{ A}$$


Paso 5: Cálculo de la potencia de entrada del inversor:

$$P_e = \frac{18,584 \text{ kW}}{0,8}$$

$\eta = 0,8$ Se considera típicamente en este valor para ser conservadores

$$P_e = 23,231 \text{ kW}$$

Figura 9. Paso a paso del banco de baterías

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 87 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Paso a Paso para Dimensionar baterías:

1. Definir las cargas

Tener en cuentas las cargas ya antes mencionadas en las Cargas permanentes A 125 VCC y clasificarlas según su tipo, para el proceso de realización del ciclo de trabajo en las baterías

2. Diagrama de ciclo de trabajo

Un diagrama del ciclo de trabajo que muestra la carga total en cualquier momento durante el ciclo es una ayuda en el análisis del ciclo de trabajo. Para preparar dicho diagrama, se tabulan todas las cargas (expresadas en corriente o potencia) esperadas durante el ciclo junto con sus tiempos previstos de inicio y apagado. El tiempo total del ciclo de trabajo está determinado por los requisitos de la instalación.

Práctica recomendada por IEEE para dimensionar baterías de plomo-ácido para aplicaciones estacionarias

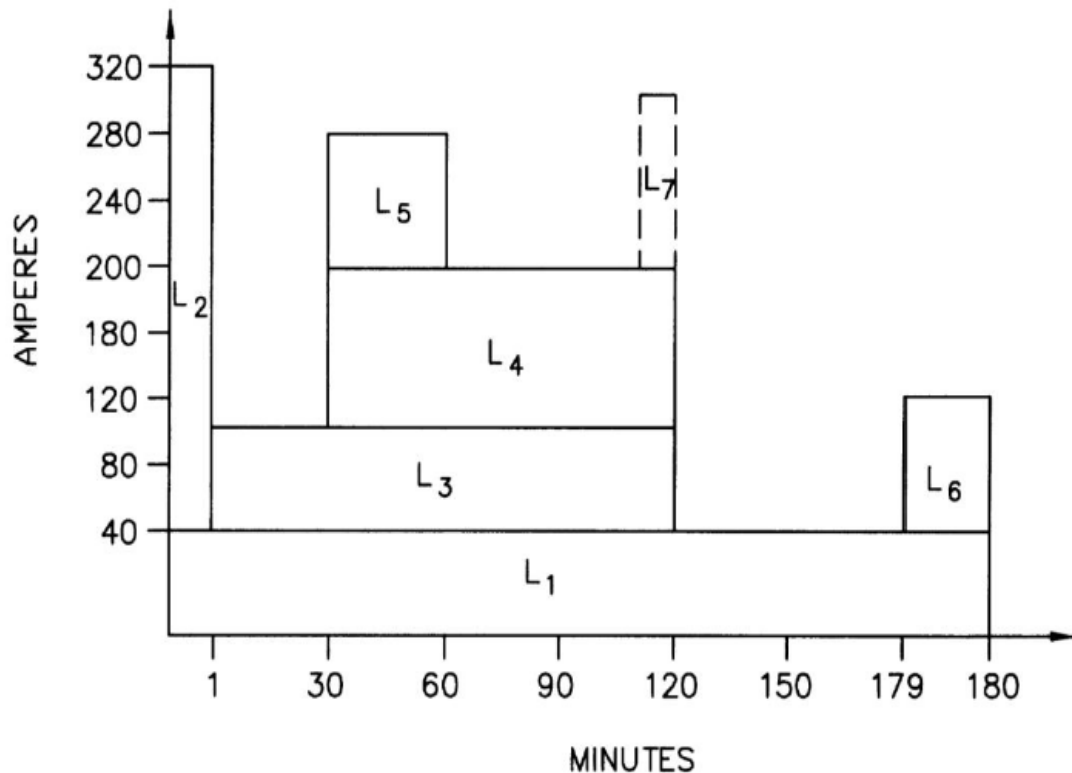



Figura 1: Diagrama de un ciclo de trabajo.

Figura 10. Diagrama de ciclo de trabajo

El perfil de carga se construye a partir de los datos de consumos (permanentes momentáneos) y del ciclo de trabajo de la batería.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 88 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

3. Determinar el tamaño de la batería

Las condiciones de funcionamiento pueden cambiar la capacidad disponible de la batería: Por ejemplo:

- La capacidad disponible de la batería disminuye a medida que disminuye su temperatura
- La capacidad disponible disminuye a medida que aumenta la tasa de descarga.
- El voltaje de celda mínimo especificado en cualquier momento durante el ciclo de descarga de la batería limita la Capacidad disponible de la batería.

Cálculo de numero de celda y voltaje mínimo.


El voltaje máximo y mínimo permitido del sistema determina la cantidad de celdas de la batería. Ha sido una práctica común utilizar 12 celdas, 24 celdas, 60 celdas o 120 celdas para voltajes nominales del sistema de 24 V, 48 V, 125 Vo 250 V, respectivamente.

$$\frac{\text{voltaje máximo del sistema}}{\text{voltaje de celda requerida}} = \text{número de celda}$$

El voltaje mínimo de la batería es igual al voltaje mínimo del sistema más la caída de voltaje del cable. Asegúrese de que se consideren todas las caídas de voltaje: por ejemplo, el uso de conexiones de cables inusualmente largas dentro de la batería o resistencias de conexiones entre celdas mayores que los valores en los que se basan las clasificaciones pueden requerir un ajuste al voltaje mínimo calculado de la batería. Luego, el voltaje mínimo de la batería se utiliza para calcular el voltaje mínimo permitido de la celda.

$$\frac{\text{voltaje minimo de la batería}}{\text{número de celda}} = \text{voltaje mínimo de la celda}$$

Cuando se requieren tempos de descarga prolongados, el voltaje mínimo de celda recomendado por el fabricante para un tiempo de descarga determinado puede ser un factor. Si es así, reduzca el número de celdas en el cálculo anterior para que el voltaje mínimo de caída por celda no caiga por debajo del valor recomendado.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 89 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

4. Consideraciones adicionales

Antes de proceder a calcular la capacidad de celda requerida para una instalación particular, el diseñador debe considerar factores que influirán en el tamaño de la celda pero que no están incluidos en la ecuación general.


- a. Factor de corrección por temperatura:** en caso de temperaturas de diseño del proyecto distintas a 25°C, se recomienda aplicar los factores de corrección indicados en la Tabla 1 citada en el estándar IEEE 485.

Electrolyte temperature(°C)	Electrolyte temperature (°F)	Temperature correction factor
4,4	40	1,3
7,2	45	1,25
10	50	1,19
12,8	55	1,15
15,6	60	1,11
18,3	65	1,08
18,9	66	1,072
19,4	67	1,064
20	68	1,056
20,6	69	1,048
21,1	70	1,04
21,7	71	1,034
22,2	72	1,029
22,8	73	1,023
23,4	74	1,017
23,9	75	1,011
24,5	76	1,006
25	77	1
25,6	78	0,994

Electrolyte temperature(°C)	Electrolyte temperature(°F)	Temperature correction factor
26,1	79	0,987
26,7	80	0,98
27,2	81	0,976
27,8	82	0,972
28,3	83	0,968
28,9	84	0,964
29,4	85	0,96
30	86	0,956
30,6	87	0,952
31,1	88	0,948
31,6	89	0,944
32,2	90	0,94
35	95	0,93
37,8	100	0,91
40,6	105	0,89
43,3	110	0,88
46,1	115	0,87
48,9	120	0,86

Tabla 33. Factor de temperatura en las baterías

- b. Factor de envejecimiento:** IEEE Std 450TM-2002 e IEEE Std 1188TM-2005 para garantizar que la batería sea capaz de satisfacer las cargas de diseño durante toda su vida útil, la capacidad nominal de la batería

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 90 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

debe ser al menos el 125% (factor de envejecimiento de 1,25) de la carga esperada al final de su vida útil.

c. **Margen de diseño:** Un método para proporcionar este margen de diseño es agregar entre un 10% y un 15% al tamaño de celda determinado mediante los cálculos.

d. Selección de celda

Se deben considerarse al seleccionar un diseño de celda para una aplicación particular.

- Características físicas, como dimensiones y peso de las celdas, material del contenedor, conectores entre celdas y terminales.
- Vida prevista de la instalación y vida útil prevista de la celda
- Frecuencia y profundidad de la descarga
- Temperatura ambiente (tenga en cuenta que las temperaturas ambiente altas y sostenidas reducen la duración de la batería Consulte IEEE Std 484TM-2002 e IEEE Std 1187TM-2002).
- características de carga
- Requisitos de mantenimiento
- Requisitos de orientación de las celdas
- Requisitos de ventilación
- características sísmicas

5. Cálculo de la capacidad nominal de la batería

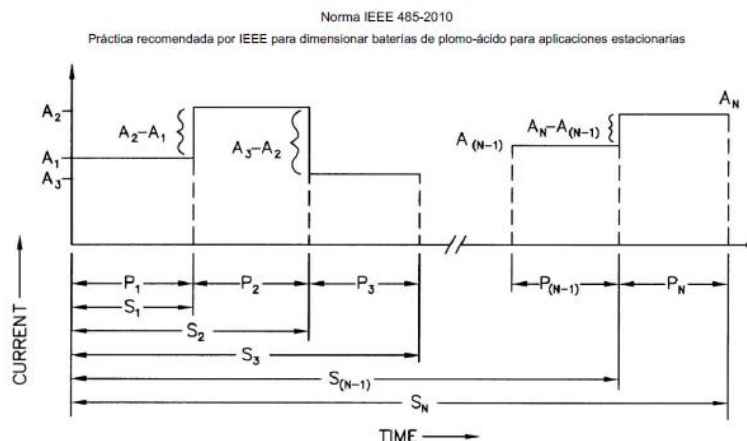



Figura 11. Ciclo de trabajo

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 91 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Capacidad nominal de la batería informada [Ah]. Se determina la capacidad mínima requerida por la batería sin corregir mediante la Ecuación.

$$F = \max_{\substack{S = N \\ S = 1}} \frac{S}{FS} = \max_{\substack{S = N \\ S = 1}} = \sum_{p=1}^{P=S} [Ap - A(p - 1)]Kt$$

Donde:

F: Capacidad de la batería no corregida por la temperatura, envejecimiento y margen de diseño, medido en [Ah].

S: Es la sección del ciclo de trabajo que se analiza.

N: Es el número de periodos en el ciclo de trabajo.

P: Periodo que se analiza.

A: Amperes requeridos para el periodo P.

Kt: Factor de descarga del banco de baterías durante T minutos hasta el final de la sección.


El factor de capacidad nominal, Kt es la relación de la capacidad nominal de Amperios-Hora (a una tasa de tiempo estándar, a 25° y a un voltaje final estándar de descarga) de un elemento, a los amperios puede ser suministrado por este elemento en t minutos a 25° a una tensión final de la descarga dada.

Los factores "KT" se pueden encontrar en los catálogos de los fabricantes de baterías (Cada marca tiene un KT, diferente para un elemento de la misma capacidad), o pueden calcularse a partir de otros datos publicados.

6. Ejemplo de cálculos

1. Datos de entrada

- Temperatura de operación: 21°
- Vida útil del banco de baterías: 20 años
- Número de celdas:60
- Tensión nominal por celda:2 VCC
- Tensión nominal de operación (Un): 125 VCC
- Tensión máxima de operación del sistema (1.1*Un): 137.5 VCC
- Tensión mínima de operación del sistema (0.85*Un): 106.25 VCC
- Voltaje de carga de las baterías:2.29 VCC
- Tiempo de carga de las baterías: 8 horas

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 92 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- Factor de diseño: 1.1 tal y como se menciona en el ítem de margen de diseño.

2. Definir cargas

a. Carga continua


Carga asociada	Potencia individual [w]	Cantidad	Potencia total [w]	Voltaje de operación [V]	Corriente [A]
Tablero sistema de automatización	333	1	333	125	2.664

Tabla 34. Cuadro de carga continua en CC

b. Cargas no continuas

Carga asociada	Potencia individual [w]	Cantidad	Potencia total [w]	Voltaje de operación [V]	Corriente [A]
Motor interruptor 34.5 kV	200	10	2000	125	16
Motor interruptor 13.8 kV	200	8	1600	125	12.8
Motor seccionador de tres posiciones 13.8 kV	200	11	2200	125	17.6

Tabla 35. Cuadro de carga no continua en CC

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 93 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

c. Cargas momentáneas

Carga asociada	Potencia individual [w]	Cantidad	Potencia total [w]	Voltaje de operación [V]	Corriente [A]
Mandos motorizados para la transferencia de SSAA	200	3	600	125	4.8
Bobina de cierre	160	12	1920	125	15.36

Tabla 36. Cuadro de cargas momentáneas en CC

3. Diagrama de ciclo de trabajo

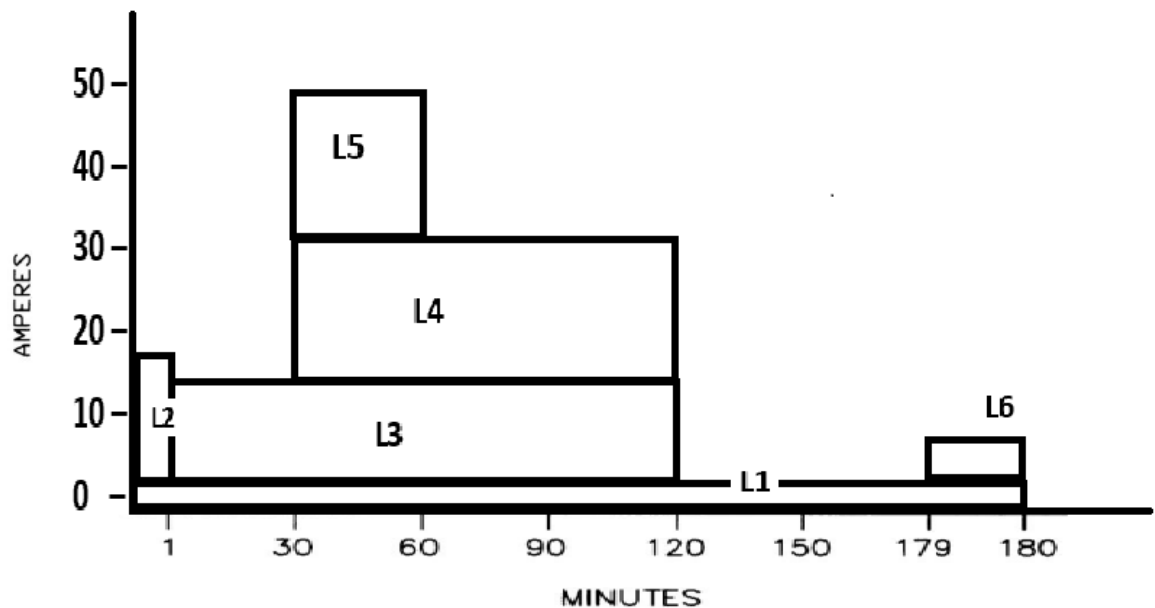




Figura 12. Ejemplo diagrama de ciclo de trabajo

Se tomaron los primeros 120 minutos como la parte de control del ciclo de trabajo. Por lo tanto, la carga aleatoria se ubica en el ciclo de trabajo de modo que finalice al final del minuto 120.

L1 = 2.664 A durante 3 h, carga continua Tablero sistema de automatización

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 94 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

L2 = 15.36 A para el primer minuto, carga momentánea, Bobina de cierre interruptor 13.8 kV. en realidad 5 s de corriente de arranque para cargar L2

L3 = 12.8 A desde el minuto 1 hasta el minuto 120, carga no continua. Motor interruptor 13.8 kV

L4 = 16 A desde el min 30 hasta el min 120, carga no continua. Motor interruptor 34.5 kV

L5 = 17.6 A desde el min 30 hasta el min 60, carga no continua. Motor seccionador de tres posiciones 13.8 kV

L6 = 4.8 A durante 1 min, carga aleatoria. Mandos motorizados para la transferencia de SSAA

4. Determinar el tamaño de la batería

Datos

- Tensión nominal por celda: 2 VCC
- Tensión nominal de operación (Un): 125 VCC
- Tensión máxima de operación del sistema (1.1*Un): 137.5 VCC
- Tensión mínima de operación del sistema (0.85*Un): 106.25 VCC

a. Numero de celda


$$\frac{\text{voltaje máximo del sistema}}{\text{voltaje de celda requerida}} = \text{número de celda}$$

Remplazando se obtiene el siguiente calculo.

$$\frac{137.5 \text{ VCC}}{2} = 68.75 (\text{use } 69 \text{ celdas})$$

b. Voltaje mínimo de celda

$$\frac{\text{voltaje minimo de la batería}}{\text{número de celda}} = \text{voltaje mínimo de la celda}$$

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 95 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Remplazando se obtiene el siguiente calculo.

$$\frac{106.25 VCC}{69} = V/celda \ 1.54$$

Nota: el voltaje mínimo de 1.54 se encuentre por debajo de voltaje mínimo permitido por la característica de la celda ($VCC_m=1.8$) por lo que se calcula el número de celda con el voltaje mínimo del sistema y el voltaje de mínimo de celda, para encontrar el número de celda mejor adecuado al sistema.


$$\frac{106.25 VCC}{1.8} = 59.02 \text{ (use 60 celdas ya que es un número de celda comerciable)}$$

1. Cálculo de la capacidad nominal de la batería

Periodo	carga	Amperios totales	Duración (min)
1	L1+L2	18.024	1
2	L1+L3	15.464	29
3	L1+L3+L4+L5	49.064	30
4	L1+L3+L4	31.464	60
5	L1	2.664	59
6	L1+L6	7.464	1


Tabla 37. Cálculo de la capacidad nominal de la batería

$$F = \max_{S=1}^{S=N} \frac{FS}{S} = \max_{S=1}^{S=N} = \sum_{p=1}^{p=S} [Ap - A(p-1)]Kt$$

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 96 de 123

Periodo	carga		Cálculo de carga		Duración del periodo(min)		Tiempo hasta el final del periodo(min)		Factor K	Tamaño de sección(AMPER-HORA)
Sección1- solo el primer periodo-si A2 es mayor que A1, pase a la sección 2.										
1	A1	18,02	A1-0	18,024	M1	1	T=M1	1	1	18,024
SUB TOTAL										18,024
TOTAL										18,024
Sección2- solo el primer periodo-si A3 es mayor que A2, pase a la sección 3.										
1	A1	0	A1-0	0	M1	0	T=M1+M2	0	1	0
2	A2	0	A2-A1	0	M2	0	T=M1	0	1	0
TOTAL										0
SUB TOTAL										0
Sección3- solo el primer periodo-si A4 es mayor que A3, pase a la sección 4.										
1	A1	18,0240	A1-A0	18,0240	M1	1	T=M1+M2+M3	60	1	18,024
2	A2	15,4640	A2-A1	-2,5600	M2	29	T=M2+M3	59	1	-2,56
3	A3	49,0640	A3-A2	33,6000	M3	30	T=M3	30	1	33,6
TOTAL										49,064
SUB TOTAL										51,624
Sección4- solo el primer periodo-si A4 es mayor que A5, pase a la sección 5.										
1	A1	18,0240	A1-0	18,0240	M1	1	T=M1+M2+M3+M4	120	1	18,024
2	A2	15,4640	A2-A1	-2,5600	M2	29	T=M2+M3+M4	119	1	-2,56
3	A3	49,0640	A3-A2	33,6000	M3	30	T=M3+M4	90	1	33,6
4	A4	31,4640	A4-A3	-17,6000	M4	60	T=M4	60	1	-17,6
TOTAL										31,464
SUB TOTAL										51,624
Sección5- solo el primer periodo-si A5 es mayor que A6, pase a la sección 6.										
1	A5	18,0240	A1-0	18,0240	M1	1	T=M1+M2+M3+M4+M5	179	1	18,024
2	A6	15,4640	A2-A1	-2,5600	M2	29	T=M2+M3+M4+M5	178	1	-2,56
3	A7	49,0640	A3-A2	33,6000	M3	30	T=M3+M4+M5	149	1	33,6
4	A8	31,4640	A4-A5	-17,6000	M4	60	T=M4+M5	119	1	-17,6
5	A9	2,6640	A5-A6	-28,8000	M5	59	T=M5	59	1	-28,8
TOTAL										2,664
SUB TOTAL										51,624
Sección6- solo el primer periodo-si A5 es mayor que A6, pase a la sección SIGUIENTE.										
1	A1	18,0240	A1-2	18,0240	M1	1	T=M1+M2+M3+M4+M5+M6	180	1	18,024
2	A2	15,4640	A2-A3	-2,5600	M2	29	T=M2+M3+M4+M5+M6	179	1	-2,56
3	A3	49,0640	A3-A4	33,6000	M3	30	T=M3+M4+M5+M6	150	1	33,6
4	A4	31,4640	A4-A5	-17,6000	M4	60	T=M4+M5+M6	120	1	-17,6
5	A5	2,6640		-28,8000	M5	59	T=M5+M6	60	1	-28,8
6	A6	7,4640		4,8000	M6	1	T=M6	1	1	4,8
TOTAL										7,464
SUB TOTAL										56,424

Figura 13. Cuadro de Excel del cálculo de la capacidad de la batería

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 97 de 123

TAMAÑO MÁXIMO DE SECCION(AMPER-HORA) =	49
TAMAÑO MÁXIMO DE SECCION X MARGEN DE DISEÑO X FACTOR DE EWEJECIMIENTO X FACTOR DE TEMPERATURA(AMPER-HORA) =	70

Tabla 38. Resultados con las respectivas correcciones de diseño

Nota: Para este ejemplo se tomó en todos los casos un $K_t=1$ este puede variar dependiendo del fabricante.


7. Recomendaciones

a. Donde ubicar el banco de baterías

Cuando instalamos un banco de baterías, siempre debemos seguir las instrucciones básicas de seguridad, en especial cuando se tratan de baterías que no están selladas. también es importante analizar el efecto que tiene la temperatura sobre ellas. El aumento de la temperatura de funcionamiento de las baterías provoca una aceleración de su envejecimiento.

b. ¿Cómo podemos mantener las baterías en un ambiente más fresco e ideal?

- Asegurándose que hay ventilación alrededor de las baterías:
 - No coloques las baterías muy juntas unas de las otras.
 - Debes asegurar que el aire pueda fluir alrededor de las baterías
- Manteniendo los compartimentos entre baterías, el rack o la sala donde se ubican las baterías a temperatura fresca (ideal en muchos casos 25°). En algunos casos puede considerarse la posibilidad de instalar aire acondicionado en salas donde se ubican las baterías.
- Coloca el sensor de temperatura en la batería más caliente. A menudo la batería más caliente suele estar ubicada en el medio del banco de baterías, antes que en los extremos.
- Según en RETIE, los cuartos de baterías no deben existir vapores de alcohol, amoniaco, ácido acético, clorhídrico, nítrico o residuos volátiles. Estos cuartos no deben tener comunicación directa con el centro de control, deben ser secos, bien ventilados y no estar sujetos a vibraciones perjudiciales que puedan originar desprendimientos de gases y desgastes prematuros, se debe disponer además de un dispositivo para lavado de ojos y manos en caso de emergencia.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 98 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

11. Dimensionamiento del sistema de transferencia

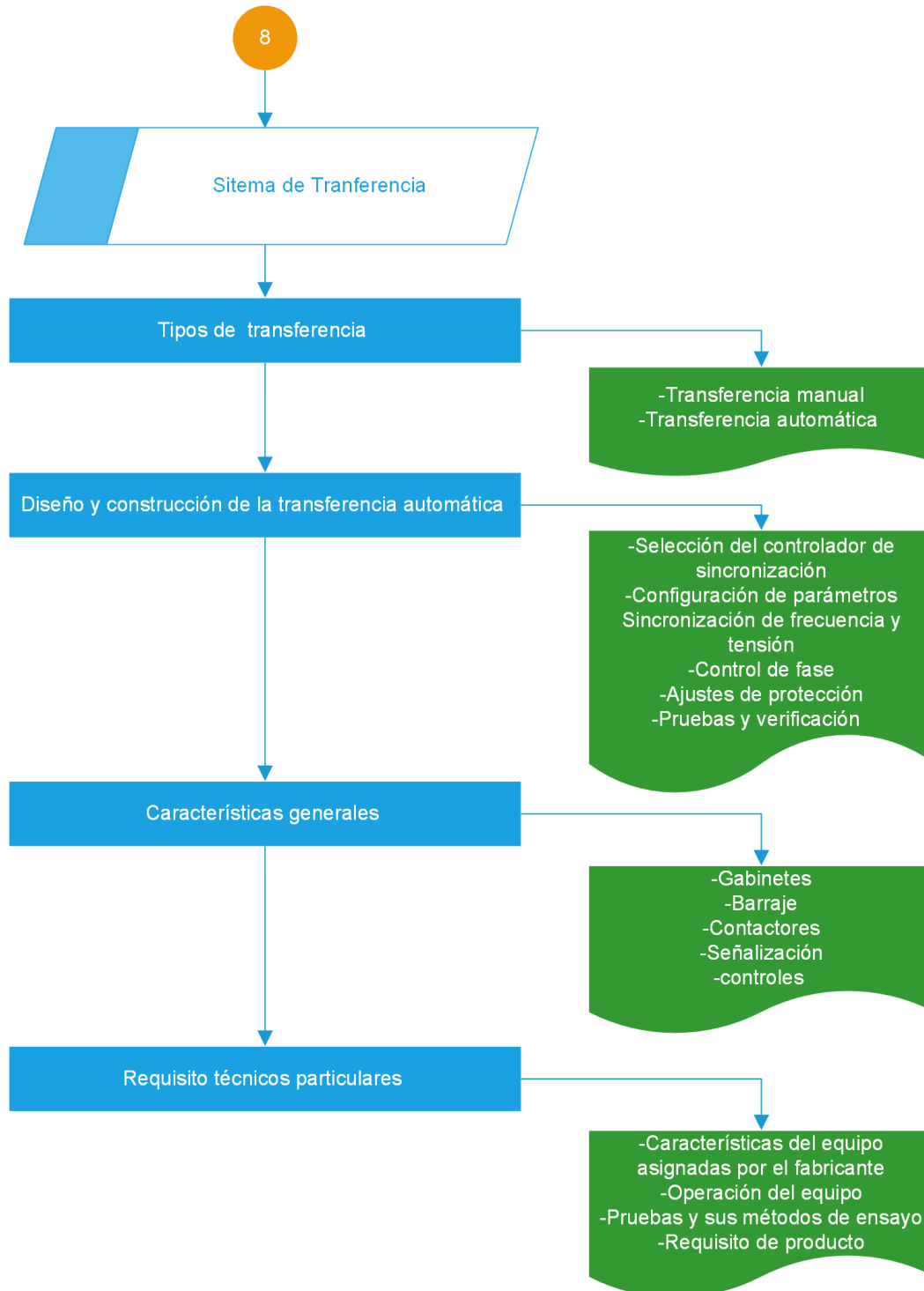



Figura 14. Paso a paso del sistema de transferencia

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 99 de 123

1. TIPOS DE TRANSFERENCIA


- Transferencia manual
- Transferencia automática

2. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA TRANSFERENCIA AUTOMATICA ELECTROMAGNETICA

El sincronismo entre una planta eléctrica y el transformador de servicios auxiliares de una subestación es esencial para asegurar una transición sin problemas entre la fuente de energía principal y la fuente de energía de respaldo, en caso de una interrupción en la alimentación principal. El proceso de sincronización se realiza generalmente mediante un dispositivo conocido como controlador de sincronización o panel de control.

a) Paso a paso del dimensionamiento

- 1) Selección del Controlador de Sincronización: Elige un controlador de sincronización adecuado que cumpla con los requisitos de tu planta eléctrica y subestación. A menudo, estos dispositivos están diseñados para controlar generadores y transformadores en aplicaciones de respaldo
- 2) Configuración de Parámetros: Configura los parámetros del controlador de sincronización de acuerdo con las especificaciones del generador y del transformador de servicios auxiliares. Estos parámetros incluyen la frecuencia nominal, la tensión nominal y otros ajustes relevantes.
- 3) Sincronización de Frecuencia y Tensión: Asegúrate de que tanto el generador como el transformador de servicios auxiliares estén configurados para operar a la misma frecuencia y tensión nominal. El controlador de sincronización debe comparar estas dos variables y ajustar gradualmente la velocidad del generador hasta que coincidan con las del sistema de la subestación.
- 4) Control de Fase: El controlador también debe asegurarse de que las fases del generador estén sincronizadas adecuadamente con las del sistema de la subestación. Esto implica ajustar el ángulo de fase del generador para que coincida con el sistema.
- 5) Ajustes de Protección: Configura adecuadamente las funciones de protección y seguridad en el controlador de sincronización para

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 100 de 123

garantizar que el proceso se realice de manera segura y que se activen las protecciones en caso de fallas.

- 6) Pruebas y Verificación: Lleva a cabo pruebas de sincronización en condiciones controladas antes de depender completamente del sistema de respaldo en una situación de emergencia. Verifica que el generador pueda operar de manera estable y en sincronía con el transformador de servicios auxiliares.

b) Características generales.

- 1) **Gabinete.** El gabinete para utilizar es del tipo NEMA 1 de uso general fabricado en láminas de acero estirado en frío con tornillos galvanizados asegurando las tapas laterales, superior e inferior frontal, el tablero es cubierto con pintura horneable color azul, la tapa de doble fondo es de color blanco horneable.
- 2) **Barraje.** el barraje utilizado es de cobre electrolítico de alta pureza y conductividad. Se usan densidades iguales o mayores que 1200 Amp por pulgada cuadrada (1.8 Amp por mm²). Las barras van montadas sobre aisladores de resina epóxica y su configuración garantiza resistencia mecánica para soportar esfuerzo de cortocircuito mínimo de 30 KVA.

Las barras se pintan para identificación fácil de secuencia de fases así:



- Fase R = color verde
- Fase S = color amarillo
- Fase T = color azul
- Neutro = color blanco

- 3) **Contactores.** Los contactores utilizados para la transferencia automática son fabricados por fábricas especializadas.

Los contactores se especifican para corriente:

- Clase AC1 Cargas no inductivas
- Clase AC3 Cargas inductivas (motores)

- 4) **Señalización.** La transferencia se señala con cuatro (4) luces pilotos que proporcionan la siguiente Información:

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 101 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- Suministro normal operando
- Falla red normal
- Suministro de emergencia operando
- Falla planta de emergencia

5) Controles.


Interruptor conmutador de selección de suministro Off-On

Interruptor conmutador de modo Manual-Automático-Prueba

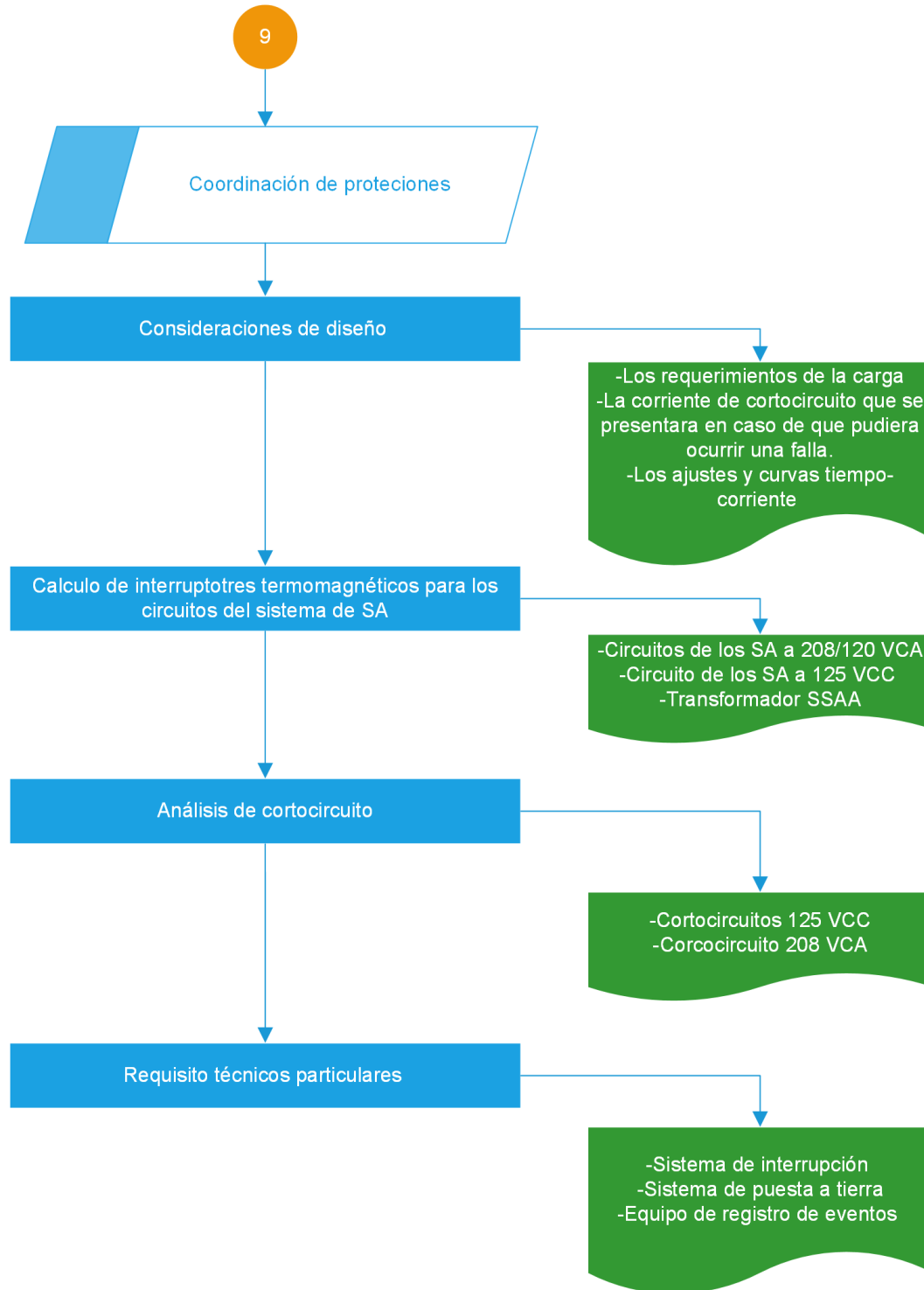
Protecciones. El circuito de control está protegido contra cortocircuito por medio de fusibles.

Temporizaciones. El control electromagnético provee las siguientes temporizaciones:

- Normal a emergencia.....0-30 seg Ajustable
- Emergencia a normal.....0-30 seg Ajustable
- Apagado de planta de emergencia.....0-3 min Ajustable

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 102 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

12. Dimensionamiento de la coordinación de protecciones





 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 103 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Figura 15. Paso a paso de la coordinación de protecciones

1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Para el diseño de un sistema eléctrico de protección y coordinación, se deberá determinar:

- Los requerimientos de la carga.
- La corriente de cortocircuito que se presentará en caso de que pudiera ocurrir una falla.
- Los ajustes y las curvas tiempo-corriente.

2. CÁLCULO DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS PARA LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES CA Y CC.

a) INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS PARA LOS CIRCUITOS DE LOS SERVICIOS AUXILIARES A 208/120 VCA.

El cálculo de los interruptores asociados a los circuitos del tablero de distribución de servicios auxiliares CA se realizó mediante las ecuaciones:

$$I_{INTERRUPTOR} = (P * 1.25) / (\sqrt{3} * V_{LL} * FP) \text{ para circuitos trifásicos.}$$

$$I_{INTERRUPTOR} = (P * 1.25) / (V_{LN} * FP) \text{ para circuitos monofásicos.}$$

Donde:

P : Potencia total del circuito (W).

1.25: Factor de incremento del 25% del valor de la corriente nominal, tal como se especifica en el capítulo 2 de la NTC 2050 [1].

V_{LL} : Voltaje nominal entre fases del circuito (208 VCA).

V_{LN} : Voltaje entre fase y neutro del circuito (120 VCA).

FP : Factor de potencia del circuito (0.9).

b) INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS DE LOS CIRCUITOS PARA SERVICIOS AUXILIARES A 125 VCC

El cálculo de los interruptores asociados a los circuitos de los tableros de servicios auxiliares de 125 VCC se realizó mediante la siguiente expresión:



$$I_{INTERRUPTOR} = (P * 1.25) / V_{CC}$$

Donde:

P : Potencia total del circuito (W).

1.25: Factor de incremento del 25% del valor de la corriente nominal, tal como se especifica en el capítulo 2 de la NTC 2050.

V_{CC} : Voltaje nominal (125 VCC).

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 104 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

En este numeral se muestra el análisis de las máximas corrientes de cortocircuito que se van a presentar en el sistema de 125 VCC y 208 VCA, lo que permite seleccionar de manera adecuada los barrajes, conductores e interruptores teniendo en cuenta los límites térmicos y esfuerzos mecánicos a los cuales pueden ser sometidos.

a) CORTOCIRCUITO 125 VCC

En este análisis se considera el aporte del cargador de baterías, de acuerdo con lo señalado en la norma IEEE Std. 946 – 2004, donde se establece que es el 150% de su corriente nominal.

(ICC_CC) = La corriente nominal del cargador de baterías del lado de corriente continua $\times 1.5$

(ICC_CC) = corriente de cortocircuito

$$IK_{dc} = \frac{UC}{RC} + (ICC_CC)$$

Donde:

UC : Valor de la tensión de carga de la celda, [V].

RC : Valor de la resistencia de la celda, [Ω].

b) CORTOCIRCUITO 208 VCA

El cálculo de la corriente de cortocircuito en los barrajes de baja tensión de servicios auxiliares de corriente alterna está determinado por la siguiente ecuación:

$$IK_{CA} = \frac{S_{3f} \times 100\%}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times Z_T}$$


Donde:

IK_{CA} : Valor de la corriente trifásica de cortocircuito del barraje, [A].

S_{3f} : Valor de la potencia aparente nominal asignada al transformador de servicios auxiliares.

V_{LL} : Valor de la tensión asignada entre fases del barraje, [V].

Z_T : Valor de la impedancia de cortocircuito, 6% valor típico para transformadores de distribución tipo seco más la impedancia del conductor de la acometida principal CA.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 105 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

4. CALCULO DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DEL TRANSFORMADOR SSAA

Para dimensionar un interruptor automático en un transformador, se deben tener en cuenta las siguientes variables Datos de entrada:

- Corriente nominal del transformador (I_c): Es la corriente máxima que puede soportar el transformador sin sufrir daños.
- Factor de potencia del transformador (FP): Es una medida de la eficiencia con la que el transformador convierte la energía eléctrica.
- Tensión nominal del transformador (V_n): Es la tensión de salida del transformador.

1. Para determinar la corriente nominal del interruptor (I_n), se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$I_n = I_c / (FP * V_n)$$


2. La capacidad de ruptura (I_{cu}) del interruptor debe ser igual o mayor que la corriente máxima de cortocircuito que puede llegar a producirse en el transformador. Esta corriente de cortocircuito puede calcularse utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = k * I_c$$

Donde k es un factor de multiplicación que depende del tipo y características del cortocircuito.

3. La corriente de disparo (I_d), que representa el valor mínimo de corriente que debe circular por el interruptor para que se active, también puede calcularse utilizando una fórmula. Esta fórmula suele variar dependiendo del tipo de interruptor automático utilizado.

Es importante tener en cuenta que estas fórmulas son orientativas y se deben considerar otros factores como la capacidad de sobrecarga del interruptor, la selectividad entre los distintos interruptores y los requisitos de seguridad establecidos por las normas correspondientes.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 106 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

13. Dimensionamiento de tableros

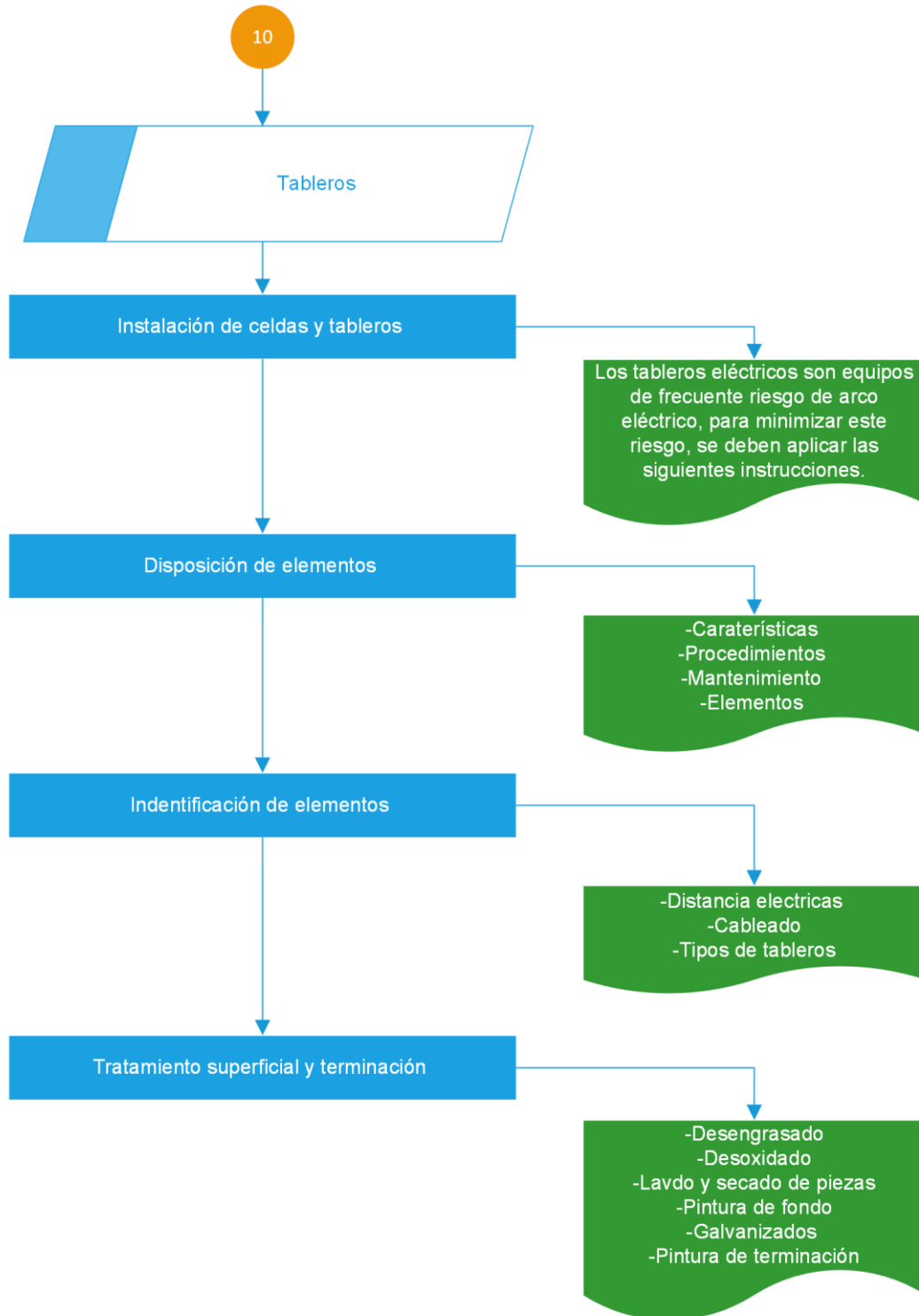



Figura 16. Paso a paso de los tableros

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 107 de 123

1. NORMAS A UTILIZAR

Para la realización de planos se utilizarán los formatos establecidos por las normas IRAM. En todo lo que esté aclarado en la presente Especificación, el CONTRATISTA optará por una de las siguientes normas:



- RETIE
- VDE
- ANSI
- RECOMENDACIONES IEC

Se tomará en todos los casos la última versión de la norma adoptada.


2. INSTALACIÓN DE CELDAS Y TABLEROS

Los tableros eléctricos son equipos de frecuente riesgo de arco eléctrico, para minimizar este riesgo, se deben aplicar las siguientes instrucciones.

- a. La operación de instalación y puesta en servicio de los tableros debe ser ejecutada por personal calificado.
- b. Cuando el tablero este diseñado para uso en interior el equipo debe ser almacenado en posición vertical en un lugar seco y ventilado, protegido de la lluvia, extrema temperaturas y el polvo, esto con el fin de evitar el deterioro de características propias del producto originalmente testeado.
- c. El piso debe ser plano y las desviaciones de nivel máximas las permitidas por el fabricante.
- d. La barra de tierra de un conjunto de secciones modulares debe ser interconectadas utilizando tornillos y tuercas clase 8, utilizando la presión adecuada de acuerdo con la característica de la tortillería.
- e. Los cables nunca deben tocar o ubicarse entre conductores vivos (barras de cobre, etc.).
- f. Se debe conectar primero la barra de tierra del tablero a la malla de tierra para asegurar la protección del personal.
- g. La instalación de amarra cables. no deben afectar los grados de protección IP.



 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 108 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- h. En la conexión de cables en los extremos de las barras. se deben utilizar terminales para hacer las conexiones entre cables y barras. Si la conexión es con cable de aluminio se deben utilizar conectores bimetalicos.
- i. Cuando la conexión involucra varias barras por fase, los conectores se deben colocar enfrentados y con espaciadores de cobre entre las barras.
- j. Cuando las conexiones van directamente a los terminales de los equipos, se deben aplicar los torques especificados para cada equipo según indicaciones del fabricante.
- k. Se debe respetar las distancias de seguridad definidas por el fabricante para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.
- l. Los cables del sistema de control deben alambrarse en canaleta:
 - Las canaletas se deben asegurar por lo menos cada 600 mm
 - Las canaletas no deben llenarse a más del 70% de su capacidad.
 - Los cables no deben sujetarse dentro de la canaleta.
 - Las conexiones deben ser hechas en borneras.
 - Todos los hilos de un conductor deben insertarse en el agujero del borne.
 - Ajustar firmemente, teniendo el cuidado de no cortar los hilos.
 - Los conductores deben ser blindados.
 - Conectar el blindaje a tierra
- m. Realice los siguientes chequeos:
 - Reinstalar las rejillas de ventilación, las tapas laterales y las puertas.
 - Conectar a tierra las puertas utilizando trenzas verdes/amarillo
 - Aspirar el tablero para remover el polvo.
 - Chequear el aislamiento de los circuitos de control utilizando un generador electromagnético.
- n. Realice las pruebas teniendo en cuenta distintas secuencias.
 - Llevar a cabo todas las pruebas de aislamiento.
 - Conexiones y chequeos finales.
 - Reconectar los electrodos de puesta a tierra.
 - Chequear continuidad eléctrica de las partes conductoras del tablero (presencia de arandelas de contacto, conectores equipotenciales para las puertas, etc.).

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 109 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- Verificar los torques de las uniones mecánicas, eléctricas y de anclaje.
- o. Realice los chequeos generales:
- Enclavamientos mecánicos de los equipos del tablero.
 - Identificaciones del tablero, y de los conductores de control y potencia.
 - Inspección visual de toda la estructura del tablero, especialmente la pintura.
 - Hacer retoques si es necesario.
 - Engrasar ligeramente los contactos eléctricos (Grasa PYRATEx o similares)
- p. Antes de energizar realice los siguientes chequeos preliminares:
- Remover todos los objetos extraños que puedan impedir la operación del tablero (restos de cables, tuercas, tornillos, herramientas. etc.).
 - Aspirar el tablero para remover el polvo.
 - Realice las pruebas de aislamiento:
 “Si el sistema es TNC (neutro puesto a tierra en múltiples puntos), desconectar los electrodos de tierra antes de realizar las mediciones de aislamiento. Las mediciones deben ser realizadas usando un probador de aislamiento a una tensión de por lo menos 500 Vcc. El valor de la resistencia de aislamiento debe ser no menor de 1000 ohmios/V.”
 - Chequear la continuidad eléctrica de las partes conductoras del tablero (presencia de arandelas de contacto, conectores equipotenciales para las puertas etc.).
 - Verificar torqueo de las uniones mecánicas, eléctricas y de anclaje.
 - Chequeos generales: Enclavamientos mecánicos de los equipos del tablero e identificaciones del tablero, y de los conductores de control y potencia.
 - Inspección visual de toda la estructura del tablero, especialmente la pintura. Hacer retoques si es necesario.
 - Después proceder con la energización.


3. DISPOSICION DE ELEMENTOS

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 110 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- Todos los elementos se montarán teniendo en cuenta la función, frecuencia de operación, mantenimiento, etc. Serán accesibles para su manejo y mantenimiento, sin posibilidad de contactos accidentales que puedan poner en peligro a las personas, producir deterioro de elementos o salida de servicio de equipos.
- Todos los elementos en general podrán ser desmontados con simples operaciones. En caso de circuitos auxiliares estas tareas podrán realizarse aún bajo tensión (cambio de ojos de buey, botoneras, relés, etc.). Se evitará colocar dispositivos de protección embutidos en puertas o bandejas rebatibles. Los mismos deberán instalarse a resguardo de vibraciones a fin de impedir actuaciones intempestivas.
- Todos los elementos tales como voltímetros, amperímetros, relés con indicadores ópticos, medidores de energía, etc., deberán disponerse de modo tal que el acceso para su mantenimiento resulte sencillo y que sean cómodamente visibles.
- Todos los elementos tales como temporizadores, relés o instrumentos de medición que no sean de ejecución extraíble, tendrán prevista una bornera próxima de modo tal que al extraer el elemento pueda levantarse la conexión desde dicha bornera.

4. IDENTIFICACION DE ELEMENTOS

- Todos los componentes tales como interruptores, seccionadores, fusibles, relés, contactores y pulsadores estarán identificados con chapas de lucite con un espesor aproximado de 3 mm con los datos de identificación grabados a pantógrafo, de fondo gris claro con letras negras (imprenta mayúscula) de una altura de 5 mm, según función.
- Los conductores deberán ser individualizados en sus extremos por medio de numeración en correspondencia con el esquema eléctrico de conexionado interno aprobado. Las marcas deben asegurar su inalterabilidad y no permitir desprendimientos involuntarios.
- En la parte frontal y posterior del tablero se identificarán también con carteles de lucite los números de celdas o paneles y su función.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 111 de 123

- Todos los demás elementos del tablero se identificarán con chapas fotoquímicas u otro método que asegure la fácil distinción de la letra y número con que se representa el elemento en el esquema eléctrico funcional o de conexión interno.

5. TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y TERMINACIÓN

Las partes metálicas de los tableros recibirán los siguientes tratamientos:

a) Tableros de uso interior

I. **Desengrasado**

Según el tipo de pieza se podrá efectuar manualmente, mediante solventes industriales o con vapores de tricloroetileno.

II. **Desoxidado**

Por arenado o fosfatizado en caliente por inmersión y remoción con cepillo. Este último método hace necesario el tratamiento alternativo de baño y cepillado hasta librar la chapa de todo óxido. Para tableros intemperie solamente se usará el arenado.

III. **Lavado y secado de piezas.**

Luego de fosfatizado se enjuagarán por inmersión en agua, con manguera, etc. y se secarán por aire caliente o estufas infrarrojas completándose con sopletes de aire a presión. Las chapas tratadas deben ser cubiertas con antióxido antes de transcurridas cuatro horas desde el proceso de desoxidado, enjuague y secado o arenado.

IV. **Aplicación de 10 micrones de imprimación (wash-Primer).**



V. **Pintura de fondo**

Pintado de fondo epoxi de 30 micrones y horneado (o bien aplicación de 2 a 4 manos de antióxido al cromado de zinc hasta obtener 30 micrones de espesor).

VI. **Pintura de terminación**

Aplicación de 40 micrones de esmalte horneable (o bien 60 micrones de esmalte sintético).

VII. **Galvanizado**

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 112 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

Los perfiles de montaje y otros accesorios menores no visibles desde el exterior podrán ser galvanizados en caliente. En las Especificaciones Particulares se podrán ampliar los requisitos de la pintura si se tratara de ambiente marino o corrosivo en general.

VIII. **Colores**

Oportunamente el CONTRATISTA solicitará por nota a la Inspección de Obra la elección de los colores con suficiente anticipación.

IX. **Terminación**


No se aceptará masillado de la estructura, puertas, laterales, etc. a finde tapar abolladuras, oxidaciones, fisuras y otros defectos. La superficie final será uniforme, no se permitirán acumulaciones de pintura ni texturados.

b) Tableros y conductos de baja tensión de uso intemperie

El tratamiento podrá ser galvanizado en caliente o pintado. El CONTRATISTA optará por una o ambas terminaciones, las cuales deberán responder a las Especificaciones.

I. Galvanizado

- Se realizará de acuerdo con las exigencias de la norma VDE 0210.5.69. El CONTRATISTA tendrá especial cuidado de evitar deformaciones estructurales en puertas, paneles, etc. que puedan aparecer debido al baño. Para ello deberá aplicar las técnicas correctas para el galvanizado en caliente.
- Si durante el proceso se detectaran dichas deformaciones es responsabilidad del CONTRATISTA realizar los tratamientos térmicos previos necesarios en aquellas estructuras que así lo requieran para evitar durante el baño la aparición de tensiones que puedan deformarlas piezas.
- Durante cada baño se deberá garantizar la temperatura óptima de galvanizado y se deberá retirar todo el óxido metálico e impurezas que floten en la superficie.



<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 113 de 123

II. Pintura

- Pintura de fondo Pintado de fondo epoxi o poliuretánico tipo II según norma IRAM 1240 en manos cruzadas hasta obtener 40 micrones de espesor.
- Pintura de terminación Aplicación de manos cruzadas de pintura tipo II (poliuretánica para intemperie) según el esquema de norma IRAM 1240 de Julio de 1980, hasta obtener 60 micrones de espesor.
- Se preverá, donde corresponda, la terminación de superficies interiores con recubrimiento antigoteo. Este recubrimiento no deberá desprenderse al ser cepillado con cepillo de limpieza de paja de uso doméstico

6. CABLEADO

- Todo el cableado interno de los tableros se hará de acuerdo con las reglas del arte. No se permitirán empalmes de los cables en su recorrido y solamente se admitirán cables unipolares. Los mismos serán del tipo anti-incendio y responderán a las normas IEEE Std. 383-1974-Sección 2.5.
- La sección mínima de los cables será de 1,5 mm para los circuitos de comando, señalización y alarmas, para los circuitos de tensión 2,5 mm y los circuitos de corriente de 4 mm para los respectivos circuitos de protección y medición.
- Los cables serán flexibles (no se permitirá conductor de alambre), la aislación será de PVC para 1 kV, según la norma IRAM 2183. Para conexiones sometidas a flexiones alternativas (puertas, paneles rebatibles, etc.) se deberá utilizar trenza de cobre flexible.
- Todos los extremos llevarán terminales, según el caso se deberá considerar la opción de pin o estañado etc.
- Para la protección de los cables en el interior de los tableros se emplearán canales plásticos.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 114 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

- La puesta a tierra de los circuitos secundarios se hará con cable individual desde cada transformador a la barra general de tierra, como así también desde los instrumentos y relevadores.
- En los circuitos de potencia todo el cableado estará dimensionado para la corriente nominal y verificado al cortocircuito de acuerdo con la potencia de cortocircuito de diseño del tablero. Las solicitaciones térmicas que deberá soportar el equipamiento del tablero serán dadas en las Especificaciones Técnicas Particulares
- No se aceptará, bajo ningún concepto, la conexión de más de un cable por borne, ni las conexiones en guirnalda entre aparatos que no sean de ejecución extraíble.

7. DISTANCIAS ELECTRICAS

Las distancias eléctricas mínimas entre fases, y entre fases y tierra observarán los siguientes valores:



380/220 V 40mm

Estas distancias deberán guardarse en todo el montaje de los tableros, excluyendo los aparatos contenidos en ellos.

Estos, por razones de diseño, podrán poseer distancias menores con la condición de que sean normalizados y posean los ensayos de tensión aplicada e impulso si correspondiera.

Las bases portafusibles tipo NH estarán separadas por diafragmas de materiales autoextinguibles.

En los compartimentos donde se alojan interruptores de potencia se preverá la colocación de cartón de amianto o material estratificado autoextinguible encima o enfrentando la zona de las cámaras apagachispas.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 115 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

ANEXOS



ANEXO 1. MARCO CONCEPTUAL SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA

Las cargas AC son esenciales para el funcionamiento y la operación óptima de la subestación eléctrica, ya que proporcionan soporte a las diversas funciones auxiliares necesarias para el control, monitoreo y mantenimiento de los equipos principales de la subestación. Hace referencia a los equipos y dispositivos que requieren alimentación eléctrica en forma de corriente alterna para su funcionamiento. Estos equipos pueden ser variados e incluyen sistemas de control, protección, comunicaciones, iluminación, climatización, bombas, entre otros.

Tipos de cargas

Esenciales: Continuas: No hay una duración específica establecida universalmente para definir qué constituye una carga continua, ya que esto puede variar según las normativas y los requisitos específicos de cada sistema eléctrico. Generalmente se considera que una carga de corriente alterna (AC) está en funcionamiento de manera continua cuando opera durante un periodo prolongado y constante. En algunos casos, se puede considerar que una carga de AC está en funcionamiento continuo si se mantiene activa durante al menos 24 horas sin interrupciones significativas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta definición puede cambiar según las circunstancias y los estándares aplicables en cada situación. En general, las subestaciones eléctricas y los servicios auxiliares están diseñados para proporcionar energía de manera continua a las cargas conectadas. Por lo tanto, se espera que las cargas de AC funcionen sin interrupciones siempre que sea posible para garantizar la estabilidad y la confiabilidad del suministro eléctrico en el sistema.

No esenciales: Temporales: No hay una duración exacta específica que defina cuánto tiempo debe estar conectada una carga para considerarse temporal, ya que puede variar según los requisitos y estándares específicos de cada sistema eléctrico. Sin embargo, a menudo se considera que las cargas temporales operan durante un tiempo relativamente breve en comparación con las cargas continuas.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 116 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

A continuación, se presentan algunos ejemplos comunes de cargas temporales en el contexto de subestaciones eléctricas:

Equipos de prueba y medición: Los dispositivos utilizados para pruebas y mediciones en la subestación, como medidores de energía, analizadores de calidad de energía, pueden considerarse cargas temporales, ya que se conectan durante períodos específicos para realizar mediciones y luego se desconectan.

Cargas de mantenimiento: Algunas cargas que se conectan para llevar a cabo actividades de mantenimiento y pruebas en la subestación pueden clasificarse como temporales. Por ejemplo, un equipo de limpieza que se conecta para la limpieza y mantenimiento periódico de equipos.

Equipos de respaldo y emergencia: Los sistemas de energía de respaldo, como generadores de emergencia o sistemas de baterías, se consideran cargas temporales, ya que se conectan solo en situaciones de fallo del suministro eléctrico principal.

Cargas de control y monitoreo: Los equipos utilizados para controlar y supervisar el funcionamiento de la subestación, como paneles de control, sistemas de monitoreo remoto, pueden clasificarse como cargas temporales.


De emergencia: Instantáneas: Hace referencia a aquellas que se conectan y desconectan en un corto período de tiempo, generalmente de forma rápida y sin una programación regular.

Estas cargas se caracterizan por tener una duración extremadamente breve y no se mantienen conectadas de forma continua. Las cargas instantáneas se utilizan típicamente para satisfacer una necesidad puntual de energía en un momento específico.

Algunos ejemplos de cargas instantáneas en subestaciones eléctricas podrían ser:



Arranque de motores: Cuando se conecta un motor eléctrico de gran tamaño, como el motor de una bomba o un compresor, se puede considerar una carga instantánea. La carga se conecta solo durante el breve período de tiempo necesario para que el motor se ponga en marcha, y luego se desconecta.

Iluminación de emergencia: En caso de un corte de energía principal, las luces de emergencia o los sistemas de iluminación de respaldo se conectan instantáneamente para proporcionar iluminación temporal hasta que se restablezca el suministro eléctrico normal.

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 117 de 123

Dispositivos de prueba rápida: Algunos equipos de prueba o diagnóstico, como osciloscopios o analizadores de espectro, pueden requerir una conexión breve y rápida para obtener datos o realizar mediciones puntuales.



Es importante tener en cuenta que las cargas instantáneas pueden tener demandas de corriente significativas durante su breve período de funcionamiento, lo que puede afectar la capacidad de la subestación para mantener la estabilidad y calidad del suministro eléctrico. Por lo tanto, es fundamental considerar cuidadosamente el impacto de estas cargas instantáneas en el diseño y la operación de la subestación, así como en la capacidad de los equipos y sistemas para manejar estos picos de carga.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 118 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	

ANEXO 2. PARTES DE UN SISTEMA AC

Transformadores: Los transformadores de servicios auxiliares en una subestación eléctrica son componentes clave que proporcionan la energía necesaria para alimentar los diversos equipos y sistemas auxiliares, suelen ser más pequeños en comparación con los transformadores de potencia principales, ya que están diseñados para suministrar energía a cargas de menor potencia. Su capacidad puede variar según los requisitos del sistema y los servicios auxiliares específicos están diseñados para adaptar el voltaje de entrada de la subestación al voltaje requerido por los equipos y sistemas auxiliares. Pueden proporcionar una amplia gama de voltajes de salida, dependiendo de las necesidades de los dispositivos conectados, proporcionan aislamiento galvánico entre los sistemas primario y secundario. Esto garantiza la seguridad y protección de los equipos y sistemas auxiliares, evitando posibles problemas de corriente y tensión. Se diseñan para lograr una alta eficiencia energética y una buena regulación de voltaje. Esto asegura que la energía suministrada a los servicios auxiliares sea estable y confiable, minimizando las fluctuaciones y los problemas de calidad de energía. Pueden tener diferentes configuraciones de conexión, como delta-delta, delta-estrella, estrella-estrella, etc., dependiendo de los requisitos del sistema y las características de los equipos auxiliares conectados, suelen contar con dispositivos de protección, como relés de sobrecorriente y relés de temperatura, para garantizar su operación segura. Además, pueden incluir sistemas de monitoreo y control para supervisar el estado y el rendimiento del transformador.

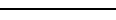
Tablero principal: Un tablero principal de servicios auxiliares de media tensión (MT) en una subestación convencional de patio es una parte crucial del sistema eléctrico. Su función principal es proporcionar energía a los diferentes equipos y sistemas auxiliares de la subestación, como los sistemas de control, iluminación, comunicaciones y monitoreo. Es quien recibirá la alimentación de la red de media tensión de la subestación. La tensión de entrada generalmente es de varios kilovoltios (kV) y se transforma a una tensión más baja para su distribución en el tablero. Puede haber transformadores de distribución en el tablero principal para reducir la tensión de entrada a niveles adecuados para los sistemas auxiliares. Estos transformadores pueden incluir transformadores de potencia, transformadores de aislamiento y transformadores de control, también se instalan interruptores y seccionadores en el tablero principal para aislar los equipos y sistemas auxiliares en caso de mantenimiento o fallas. Estos dispositivos permiten

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 119 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	



la desconexión y conexión segura de los diferentes circuitos. El tablero principal de servicios auxiliares incluye dispositivos de protección y control para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema. Estos pueden incluir relés de protección, interruptores automáticos y dispositivos de medición. En algunos casos, se pueden incluir sistemas de respaldo de energía, como grupos electrógenos o baterías, para garantizar el suministro continuo de energía a los servicios auxiliares en caso de una interrupción en la red eléctrica principal.

Planta de emergencia: Es un sistema de generación de energía de respaldo diseñado para proporcionar electricidad en situaciones de emergencia o interrupciones en el suministro principal, están diseñadas para generar suficiente energía para alimentar los sistemas críticos de la subestación eléctrica durante un período prolongado. Tienen una capacidad de generación adecuada para respaldar la carga necesaria, incluyendo los sistemas de control, protección, comunicación y otros equipos esenciales, suelen estar equipadas con sistemas de arranque rápido para permitir que se pongan en funcionamiento rápidamente en caso de una interrupción del suministro principal. Esto garantiza que los sistemas críticos puedan seguir operando sin demora y se minimice el tiempo de inactividad. Pueden funcionar con diferentes tipos de combustible, como diésel, gas natural, gasolina o incluso biogás. El tipo de combustible utilizado dependerá de varios factores, incluidas las regulaciones locales, la disponibilidad de suministro y los requisitos específicos de la subestación. Suelen estar equipadas con sistemas de control automatizados que monitorean el suministro principal y, en caso de una interrupción, activan automáticamente la planta de emergencia. También cuentan con sistemas de transferencia automática que cambian la carga de la red principal a la planta de emergencia de manera segura y sin interrupciones, suelen contar con sistemas de supervisión y monitoreo que permiten a los operadores controlar y supervisar el funcionamiento de la planta. Estos sistemas proporcionan información en tiempo real sobre el estado de la planta, la carga, la temperatura, la presión y otros parámetros relevantes.

Alumbrado en subestaciones: Proporciona iluminación general en áreas como pasillos, escaleras, salas de control, salas de baterías y otros espacios de trabajo. Esto garantiza una buena visibilidad para los trabajadores y facilita la operación y el mantenimiento de los equipos, por lo general cuentan con sistemas de iluminación de emergencia. Estos sistemas se activan automáticamente en caso de una interrupción del suministro eléctrico principal y proporcionan iluminación de respaldo para garantizar la seguridad y la evacuación adecuada en situaciones de

 <div>Universidad Industrial de Santander</div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 120 de 123

emergencia. Dado que las subestaciones eléctricas pueden estar expuestas a condiciones ambientales adversas, como humedad, polvo, vibraciones y temperaturas extremas, el alumbrado en los servicios auxiliares debe ser resistente y capaz de soportar estas condiciones. Las luminarias utilizadas suelen tener clasificaciones de protección IP (Ingress Protection) que indican su capacidad para resistir la entrada de polvo y agua. El uso de luminarias de alta eficiencia, como lámparas LED, ayuda a reducir el consumo de energía y los costos operativos. Además, la instalación de sistemas de control de iluminación, como sensores de movimiento o temporizadores, permite un uso más eficiente de la energía al encender o apagar las luces según sea necesario.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 121 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	



ANEXO 3. MARCO CONCEPTUAL SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA

Es la parte del sistema eléctrico de los servicios auxiliares que utiliza corriente continua para alimentar equipos y sistemas auxiliares, se encarga de distribuir la corriente continua a los diferentes equipos y sistemas auxiliares que requieren alimentación. Esto puede incluir sistemas de control, sistemas de iluminación, sistemas de comunicación, sistemas de monitoreo, entre otros. El sistema DC en los servicios auxiliares incluye componentes de control y protección que garantizan un funcionamiento seguro y confiable. Esto puede incluir relés, interruptores, fusibles y otros dispositivos de protección y control que ayudan a monitorear y regular la corriente continua. Este sistema puede contar con sistemas de supervisión y monitoreo para verificar el estado de las baterías, el nivel de carga, la tensión y otros parámetros importantes. Esto permite a los operadores mantener un control adecuado sobre el sistema y tomar medidas preventivas si es necesario.

Clasificación de cargas

Fijas: Hace referencia a carga eléctrica que es constante o tiene una demanda estable en el sistema eléctrico. En el contexto de las subestaciones eléctricas, se considera una carga fija aquella que no varía significativamente en términos de potencia o corriente a lo largo del tiempo. La clasificación de una carga como fija o variable depende de varios factores y consideraciones, como el tipo de equipo o sistema que utiliza la carga, la naturaleza de la carga y su perfil de consumo de energía. Por lo general, las cargas fijas se caracterizan por tener una demanda de potencia constante y predecible.

Transitorias: Hace referencia a una carga eléctrica que tiene una duración limitada en el tiempo y que genera una demanda de potencia o corriente significativamente más alta de lo normal durante ese período, es temporal y puede variar en intensidad. La duración específica de una carga transitoria puede variar según el contexto y la aplicación. En general, una carga transitoria puede durar desde unos pocos ciclos de corriente hasta varios segundos o minutos. Depende de la naturaleza del evento o la actividad que genere la carga transitoria, pueden ser el arranque de motores eléctricos, el encendido de equipos de alta demanda energética, como sistemas de climatización o calentadores eléctricos, y el funcionamiento de dispositivos electrónicos que tienen una demanda momentánea alta, como las computadoras al encenderse.

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			Versión: 1
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Página 122 de 123
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	


ANEXO 4. PARTES DE UN SISTEMA DC

Baterías: Se utilizan como fuente de respaldo de energía en caso de una interrupción del suministro eléctrico principal, ya sea debido a un corte de energía o a una falla en la red, las baterías entran en funcionamiento para proporcionar energía de respaldo a los sistemas críticos de la subestación. Esto garantiza que los equipos y sistemas auxiliares sigan funcionando de manera continua y confiable. Por otro lado, deben tener una capacidad de almacenamiento adecuada para respaldar los sistemas auxiliares durante un período determinado de tiempo. La capacidad de las baterías se dimensiona en función de la carga eléctrica requerida y la duración estimada de la interrupción del suministro principal. Las baterías en las subestaciones eléctricas de Colombia deben estar diseñadas para funcionar en condiciones ambientales variables. Esto incluye resistencia a altas temperaturas, humedad, vibraciones y otros factores que puedan estar presentes en el entorno de la subestación.

Cargadores: Son equipos diseñados específicamente para cargar y mantener las baterías que suministran energía a los sistemas de control, protección y comunicación de la subestación. Están diseñados para proporcionar la tensión y corriente de carga adecuadas para las baterías utilizadas en las subestaciones eléctricas.

Las baterías pueden tener diferentes requisitos de carga, por lo que los cargadores deben ser capaces de ajustarse a estas necesidades. Se encuentran equipados con sistemas de regulación de carga que controlan la corriente y la tensión aplicadas a las baterías durante el proceso de carga. Esto garantiza que las baterías se carguen de manera segura y eficiente, evitando sobrecargas o sobrecalentamientos que puedan dañarlas, suelen contar con sistemas de control y monitoreo integrados para supervisar el estado de carga de las baterías. Pueden tener pantallas o interfaces que permiten a los operadores visualizar información relevante, como el estado de carga, la corriente de carga, la tensión de la batería, entre otros parámetros y están equipados con mecanismos de protección para evitar sobrecargas y cortocircuitos que puedan dañar las baterías. Estos mecanismos pueden incluir fusibles, disyuntores u otros dispositivos de protección similares. Dado que los servicios auxiliares de las subestaciones eléctricas son vitales para su correcto funcionamiento, los cargadores utilizados en estos sistemas suelen ser altamente confiables y robustos. Están diseñados para soportar condiciones adversas, como fluctuaciones de voltaje, altas temperaturas y ambientes industriales exigentes.

Celda: La celda auxiliar DC, o banco de baterías, se utiliza para respaldar estos servicios auxiliares y garantizar su continuidad en caso de una falla en el suministro

<div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			Fecha de emisión:
	GUÍA METODOLÓGICA PARA ORIENTAR DISEÑOS			10/10/2023
	Servicios Auxiliares (SSAA) de subestaciones convencionales de media tensión para un Sistema de Distribución Local – SDL			
	Elaboró:	Sofía F. Moscote Rueda	Harley Padilla	Versión: 1
	Revisó:	Oscar Quiroga	Oscar Aguirre	Página 123 de 123

principal de energía. En situaciones normales, cuando la subestación está conectada a la red eléctrica, la celda auxiliar DC se mantiene cargada mediante cargadores de baterías que suministran energía a las baterías y mantienen su nivel de carga óptimo. La energía almacenada en las baterías se utiliza para alimentar los sistemas de control, protección, iluminación y comunicación, asegurando la continuidad de la operación de la subestación hasta que se restablezca el suministro principal.

El tamaño y la capacidad de la celda auxiliar DC dependen de los requisitos de energía de los servicios auxiliares y la duración deseada del respaldo. Se selecciona teniendo en cuenta factores como la potencia requerida, la autonomía necesaria y la disponibilidad de espacio en la subestación. La celda auxiliar DC es esencial para garantizar la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico en las subestaciones, incluso durante situaciones de interrupción de energía.