



| | | | |
|---|---|--|---|
|  | INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD NEGOCIO DE TRANSMISIÓN | | Código: TE- 2810-MA-58-003 |
| | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | | Versión: 1 |
| Solicitud de Cambio No: | Elaborado por: Comité Técnico de Normalización Sistemas de Corriente Directa | Aprobado por: Director General Negocio de Transmisión | Rige a partir de: 01-03-2015 |

CONTENIDO

| | |
|--|---|
| 1. PROPÓSITO | 2 |
| 2. ALCANCE | 2 |
| 3. DOCUMENTOS APLICABLES..... | 2 |
| 4. Terminología y abreviaturas | 3 |
| 4.1 Definiciones..... | 3 |
| 4.2 Abreviaturas..... | 4 |
| 5. GENERALIDADES DE LA PUESTA EN MARCHA DE SCD..... | 5 |
| 5.1 GENERALIDADES | 5 |
| 5.2 CUARTO DE BATERIAS..... | 6 |
| 5.3 BANCO DE BATERIAS..... | 6 |
| 5.4 DUCHA LAVAOJOS Y SISTEMA DE AGUAS..... | 7 |
| 5.5 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE DIRECTA | 7 |
| 5.6 CARGADORES RECTIFICADORES..... | 8 |
| 6. CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN | 9 |

| | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 2/10 | |

0. INTRODUCCIÓN

El manual para la puesta en marcha y recepción de Sistemas de Corriente Directa para Subestaciones resume la serie de requisitos que se deben contemplar antes y durante el proceso de puesta en marcha de los diferentes elementos del Sistema de Corriente Directa de una subestación.

Para la elaboración de este manual se tomaron como base las normativas aplicables IEEE.

La utilización de este manual permitirá impulsar la normalización y la optimización del proceso, a fin de racionalizar recursos tanto materiales, tecnológicos y humanos. Además de establecer un alto índice de rendimiento y fiabilidad en los Sistemas de Corriente Directa de las subestaciones de transmisión.

La importancia de este manual estará en función de la utilización y el apoyo que se le brinde y al mismo tiempo del respaldo y compromiso de las jefaturas superiores al solicitar su acatamiento y uso obligatorio, así como también de las mejoras adicionales que con el uso se le introduzcan.

1. PROPÓSITO

Este manual tiene como propósito establecer las reglas generales que determinan la puesta en marcha de los elementos que componen los Sistemas de Corriente Directa de las Subestaciones


2. ALCANCE

Este manual es de acatamiento obligatorio para para todas las obras que se conecten al Sistema Eléctrico Nacional

3. DOCUMENTOS APLICABLES

Se aplicarán como referencia, adicionalmente para establecer las mejores prácticas de diseño los asuntos no definidos en esta normativa serán resueltos en primera instancia conforme lo establezcan las normativas de referencia y aplicables.

| NORMA | DESCRIPCIÓN |
|----------|--|
| IEEE 450 | IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of |

| | | | |
|---|--|-------------|------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 3/10 | |

| | |
|-------------------|---|
| | Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications |
| IEEE-484 | IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications. |
| IEEE 1188 | IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications.] |
| IEEE-1187 | IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve-Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications. |
| IEEE-1189 | IEEE Guide for Selection of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications. |
| IEEE-100 | IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms (ANSI) |
| TE-2810-MA-58-002 | MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA. |


4. TERMINOLOGÍA Y ABREVIATURAS

En general la interpretación y definición de términos serán los que en la normativa citada de IEEE se considere como la adecuada, sin embargo se adjuntan algunos conceptos que por la frecuencia de su uso o la particularidad de su interpretación es necesario citar en este documento.

4.1 Definiciones

Amperio-Hora: Unidad para medir la cantidad de energía eléctrica que es capaz de almacenar un acumulador eléctrico.

Banco de Baterías: Conjunto de baterías que una vez conectadas conforman una única fuente de energía en corriente directa

| | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 4/10 | |

Barra: Unión eléctrica y física de un conjunto de cargas eléctricas en un gabinete, estas conexiones se realizan por medio de cables de cobre, barras conductoras de cobre u otro medio, al cual se conectan los dispositivos de conexión y desconexión de cargas, breaker, termomagnéticos, etc.

Batería: Elementos acumuladores de energía eléctrica que permiten ser conectados en serie, paralelo o configuración mixta, puede estar formado por una o más celdas.

Capacidad: Se emplea como equivalente a la cantidad de energía acumulable en una celda, batería o banco de batería, según sea el caso.

Celda Unidad mínima de construcción de los acumuladores de energía, se forma por la conjunción de elementos como placa positiva, placa negativa, electrolito, medio de soporte, recipiente. Para baterías de plomo son unidades de 2 Voltios, para Baterías Alcalinas son unidades de 1.2 Voltios. Para efectos constructivos una celda es equivalente a una batería si cada recipiente contiene solamente una celda por batería.

Electrolito: Medio físico por medio del cual se lleva a cabo la reacción química entre la placa positiva y la placa negativa de una celda acumuladora de energía. Este puede ser líquido o pastoso según la tecnología empleada.

Extractor: Sistema de ventilación que tiene por objeto extraer el aire del cuarto de baterías hacia el medio ambiente, provocando con ello la entrada de aire fresco y limpio que renueve la atmósfera dentro del cuarto de baterías.

Placa: Estructura construida de plomo, óxido de plomo u otro material similar para formar parte en una reacción química reversible de conversión y producción de energía eléctrica.


Sistema de Corriente Directa: Conjunto de elementos requeridos para conectar dispositivos en corriente directa, se conforma de bancos de baterías, tableros de distribución de corriente directa, sistemas de carga de baterías y rectificación de corriente alterna a directa, cableados, iluminación de emergencia, termomagnéticos, cuarto de baterías, extractores de aire, etc.

Térmico: Interruptor Termomagnético o breaker que se usa como dispositivo de desconexión, separación y protección de cargas en puesta en marchas eléctricas, en este caso de corriente directa.

4.2 Abreviaturas

A: Amperios

AH: Amperio-hora

| | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 5/10 | |

BB: Banco de Baterías

CD: Corriente Directa

C_N: Valor de corriente eléctrica equivalente a dividir la capacidad máxima del banco de baterías entre el valor designado de "N".

DC: Equivalente en inglés de CD.(Direct Current)

SCD: Sistema de corriente directa.

TDCD: Tablero de distribución de corriente directa

V: Voltios

VCD: Voltios de corriente directa o voltaje de corriente directa


5. GENERALIDADES DE LA PUESTA EN MARCHA DE SCD.

Con el propósito de regular las puestas en marcha y recepción de los elementos en general que forman parte de los sistemas de corriente directa se debe acatar lo descrito en los párrafos siguientes, manteniendo en todo momento realimentación con el equipo encargado de recibir y aceptar la obra.

5.1 GENERALIDADES

Los SCD son sistemas conformados por múltiples elementos, muchos de los cuales pueden ser probados en forma independiente, pero no por ello se pueden realizar aceptaciones parciales. Sistema SCD trabajará siempre como un todo y hasta tanto no se tenga por recibido todos sus componentes, el mismo no puede darse por aceptado. Es por ello que se considera de carácter obligatorio el acatamiento de los siguientes aspectos:

- a) Durante la puesta en marcha y el proceso de recepción de los diferentes elementos que componen el SCD se debe respetar lo estipulado en el diseño de dichos sistemas, las especificaciones técnicas de los diferentes componentes y las Normativas IEEE que aplican en este tipo de trabajos.
- b) En todo momento se debe respetar los lineamientos vigentes de ingreso y acceso a las obras de transmisión de electricidad.
- c) En todo momento se debe portar el equipo e indumentaria de seguridad requerida y emplearlo según corresponda.
- d) El encargado de cada una de las etapas de puesta en marcha y el proceso de recepción, será responsable del adecuado uso de materiales y el respectivo proceso de reciclaje o desecho de los mismos, debiendo dejar el área de trabajo limpia al terminar el proceso de puesta en marcha y el proceso de recepción.


| | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 6/10 | |

5.2 CUARTO DE BATERIAS

- a) Los acabados de pintura, accesos, iluminación, drenajes, sistemas de aguas, ventilación, cedazos y demás elementos deben estar terminados en acabado final según lo estipulado en los contratos, especificaciones técnicas y normas de referencia.
- b) Se debe medir el flujo de aire del extractor con un medidor digital de velocidad de viento, para estimar el volumen desalojado y el cumplimiento de lo estipulado.
- c) Se revisará la existencia, estanqueidad e idoneidad del sistema de tanque colector de derrame de ácido, determinando el volumen del tanque y su cumplimiento con lo estipulado en el diseño, así como los demás aspectos del montaje e instalación conforme a las buenas prácticas constructivas aplicables.
- d) Las puertas de acceso serán revisadas conforme lo estipulado y solicitado, se verificará la aplicación de cerraduras antipánico, aterrizamiento de las puertas, calidad de la pintura, calidad de las bisagras y cualquier otro aspecto previamente solicitado.
- e) Se verificará la ubicación y calidad de los interruptores, tomacorrientes, luminarias, tuberías, cajas de registro y todos los componentes de la instalación eléctrica del aposento.
- f) Se determinará el grado de iluminación de 300 lux por medio de un luxómetro digital a 0,7 metros sobre nivel de piso terminado en el centro del recinto y algunos puntos de control coincidentes con zonas de trabajo frecuente dentro del cuarto de baterías, para verificar el cumplimiento del requisito de iluminación.
- g) Se verificará la instalación del extractor de aire y el cumplimiento de los factores de seguridad solicitados.
- h) Se verificará cualquier otro aspecto contractual, de especificaciones o normativo previamente solicitado y acordado.

5.3 BANCO DE BATERIAS

- a- Se realizará una inspección visual del estado y condiciones de instalación del banco de baterías, para verificar el cumplimiento de lo solicitado.
- b- Se verificará la ausencia de derrames o corrosión evidente de los componentes, estructura, celdas, terminales entre otros.
- c- Se debe verificar las condiciones de llenado, y los registros de control de carga, densidades, temperaturas, voltajes y cualquier registro que demuestre el cumplimiento de los adecuados procesos de ensamblaje y carga de las celdas.

| | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|
|  | MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA SUBESTACIONES | Versión 1 | Código TE- 2810-MA-58-003 |
| | | Página 7/10 | |

- d- Se debe verificar en forma exhaustiva o muestreada el correcto apriete de los conectores y ensamblajes por medio de un torquímetro preferiblemente digital. La verificación se puede hacer presencial al momento del ensamble del banco de baterías o por medio de un proceso exhaustivo o muestreado de suelte y apriete de terminales. Para esto se debe verificar primero que no circula corriente por la batería, esto es el térmico del TDCD asociado debe estar abierto.
- e- Una vez verificado y encendido el sistema de ventilación forzada o extractor de aire, se procederá a verificar la capacidad en AH del banco de baterías, para ello se realizará los siguientes procesos:
 1. Medición de resistencia interna de cada celda y su verificación contra datos del fabricante.
 2. Realizar un proceso de descarga a régimen C₅ del Banco de Baterías, para verificar el cumplimiento del mismo con lo especificado. Esto se realizará por medio de equipo que garantice el monitoreo de la corriente y la ejecución a corriente constante.
- f- La aceptación del banco se dará una vez se acepte las condiciones físicas de instalación y se verifique el cumplimiento de capacidad y el estado interno del mismo.

5.4 DUCHA LAVAOJOS Y SISTEMA DE AGUAS

- a- La pileta de lavado de manos y equipos, así como la ducha lavaojos, la ducha de seguridad deben estar completamente funcionales y sin derrames o fugas de agua.
- b- Los equipos a instalar serán los acordados en las especificaciones e instalados conforme la normativa de instalación.
- c- La aceptación de este sistema se realizará una vez se verifique todo lo anterior.

5.5 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE DIRECTA

- a) Tableros de distribución de corriente directa TDCD, se revisarán mecánicamente para verificar integridad estructural, acabados, anclaje y accesibilidad.
- b) Se verificará la especificación de los térmicos de operar en corriente directa.



- c) Se verificará la ubicación, orientación y conexión de los térmicos conforme a lo estipulado en las especificaciones y las normativas de instalación.
- d) Se debe realizar una comprobación de lo instalado con la información mostrada en planos de estos elementos.
- e) Se debe revisar la correcta identificación de los componentes y su visibilidad.
- f) Se debe revisar el método de conexión, sujeción y calidad de las barras de cobre. Se recomienda una medición de torques de apriete para verificar la homogeneidad y adecuación de los puntos de conexión.
- g) Se debe realizar la comprobación de todos los accesorios instalados en el tablero, solicitados en las especificaciones y normativas aplicables.
- h) Una vez instalado el equipo de SCD y cuando sea posible realizarlas, se verificará las caídas de tensión en los puntos más alejados o más críticos de la red de corriente directa. Esta no debe sobrepasar el 5% durante la operación de los elementos y cargas.
- i) La aceptación del sistema de tableros de distribución se hará una vez verificados todos los puntos anteriores.

5.6 CARGADORES RECTIFICADORES

- a) Se debe revisar mecánicamente para verificar integridad estructural, acabados, anclaje y accesibilidad de los rectificadores.
- b) Los cables de acceso a los rectificadores deben estar debidamente sujetos y canalizados en forma rígida desde las canastas de cable, se comprobará los soportes y aprietes respectivos.
- c) Para la recepción de estos elementos se debe comprobar su funcionamiento y cualidades, para ello se debe:
 - Conectar banco auxiliar a las barras de corriente directa si fuese necesario.
 - Conectar rectificador auxiliar al sistema de corriente directa, si fuera necesario.
 - Verificar la alimentación de corriente alterna del rectificador, cada rectificador debe ser alimentado de un disyuntor independiente y de ser posible de diferente tablero.
 - Conectar el rectificador a la corriente alterna.
 - Verificar consumo en vacío para detectar anomalías, se deberá dejar al menos un par de horas en esa condición para verificar calentamientos anormales o variaciones de los ajustes de fábrica.
 - Realizar las pruebas que el fabricante recomienda, siguiendo el manual del equipo.



- Realizar prueba de regulación utilizando equipo de descarga Tipo Torkel u otro medio disponible, se deberá al menos probar al 25%, 50%, 75% y 100% de su capacidad nominal, registrando en cada caso el voltaje de salida en DC y el rizado de salida.
 - Apagar el equipo y cortocircuitar firmemente la salida de voltaje en DC.
 - Encender el rectificador, y observar el comportamiento, deberá mantener la corriente constante y según el ajuste de corriente máxima aplicada. Dejar el rectificador unos 15 minutos en esta condición y observar calentamientos anormales o fluctuaciones de salida. (No realizar esta prueba si no se está seguro de que esta característica se pidió en el cartel de compra).
 - Apagar el equipo y normalizar la salida del mismo.
 - Encender el rectificador en vacío y verificar que no haya habido modificaciones de los ajustes anteriores.
 - Probar las alarmas del equipo provocando la condición de activación de cada una de dichas alarmas.
 - Programar los ajustes definitivos según la batería a instalar y las alarmas del sistema.
 - Conectar a la salida del rectificador una carga del 25% de su capacidad nominal y dejarla alimentada por unas ocho horas para verificar la estabilidad del voltaje de salida, corriente, rizado y temperatura del equipo. Verificar cada hora su condición.
 - Normalizar el rectificador y conectar al sistema de corriente directa.
- d) Los rectificadores serán aceptados una vez cumplidos en forma satisfactoria conforme especificaciones y normativas de los puntos anteriores.

6. CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN

| ELABORÓ | DEPENDENCIA |
|--|--|
| ING. Mario Alvarado Sánchez (COORDINADOR) | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| ING. Amado Rodríguez Castrillo. | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| ING. Jeffrey Cordero Leitón. | Proceso Gestión de la Red Región Central |



| | |
|----------------------------------|--|
| ING. Pedro Solórzano Espinoza | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| ING. Cristian Gómez Pereira | Proceso Gestión de la Red Región Brunca |
| ING. Pablo Quirós Rojas | Proceso Aseguramiento de la Calidad |
| ING. José Carlos López Mora | Proceso de Explotación de la Red |
| ING. Adalberto Sánchez Tercero | Ingeniería de Control y Automatización |
| TEC. Rolando Álvarez Mejías | Proceso Gestión de la Red Región Central |
| TEC. Cristian Fernández Alvarado | Proceso Gestión de la Red Región Central |
| TEC. Elver Ledezma Madrigal | Proceso Gestión de la Red Región Central |
| TEC. Vinicio Rojas Fernández | Proceso Gestión de la Red Región Huetar Brunca |
| TEC. Alonso Bonilla Quirós | Proceso Gestión de la Red Región Brunca |
| TEC. Javier Castro Sandoval | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| TEC. Edwin Jáen Vargas | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| TEC. Jorge Segura Araya | Proceso Gestión de la Red Región Huetar Brunca |
| TEC. Johel Araya Rodríguez | Proceso Gestión de la Red Región Chorotega |
| REVISÓ | DEPENDENCIA |
| Vinicio Vargas Bonilla | Área Mejoramiento de la Gestión y Calidad |

| APROBO | FIRMA | FECHA |
|--|--------------|--------------|
| ING. Manuel Balmaceda García. Director General Negocio de Transmisión | | |