



 **Bick**
280 Pro Paralelo Manual técnico

Control de revisiones

REV.	FECHA	MOTIVO / RESPONSABLE
03	22/07/2021	Primera emisión

Limitación de garantías y responsabilidades

La limitación de las garantías y responsabilidades serán descritas en los acuerdos contractuales entre CEGASA PORTABLE ENERGY y el comprador.

La información incluida en este manual ha sido redactada con el afán de proveer al usuario el mayor grado de detalle y claridad de todo el contenido. No obstante, CEGASA PORTABLE ENERGY se reserva el derecho a modificar el contenido de este manual mediante futuras revisiones en cualquier momento y sin previo aviso.

Confidencialidad

Toda la información facilitada por CEGASA PORTABLE ENERGY en virtud del presente Manual de Usuario y cuantos datos o aspectos puedan conocerse por razón del mismo serán absolutamente confidenciales, no pudiendo ser facilitados a terceros ni utilizados para un fin distinto al previsto, sin la previa y expresa autorización por escrito de CEGASA PORTABLE ENERGY.

Limitaciones de utilización del presente equipo

Este equipo no podrá ser utilizado en aplicaciones para recarga de vehículo eléctrico. CEGASA PORTABLE ENERGY no se responsabiliza de la utilización en este tipo de aplicaciones. Cualquier responsabilidad será del comprador.

Contacto



C/Marie Curie, 1
Parque tecnológico de Álava,
01510 Miñano (Vitoria-Gasteiz)-España

Tel. +34 945313738
www.cegasa.es

E-mail de soporte técnico:
Support.tech.euro@cegasa.com

1	Introducción	05
1.1	Objeto	05
1.2	Acrónimos	05
2	Seguridad	06
2.1	Información general	07
2.2	Instrucciones de seguridad – Peligros potenciales	07
2.3	Seguridad eléctrica	07
2.4	Seguridad mecánica	08
2.5	Requisitos para el usuario	08
2.6	Consignación Segura de máquinas e instalaciones (L.O.T.O.)	08
2.7	Maniobras, mediciones y verificaciones	09
3	Introducción	09
3.1	Descripción general	09
4	Especificaciones	10
4.1	Dimensiones, peso e interfaces	10
4.2	Características eléctricas / energéticas	10
4.2.1	Modulo eBick PRO PARALELO	10
4.2.2	Modulo PCM 48 300	11
4.2.3	Armarios eléctricos PCC (opcionales)	11
4.3	Hardware	12
4.3.1	Módulo de baterías	12
4.3.2	PCM o PCCs	12
5	Procesos y modos de funcionamiento	12
5.1	Máquina de estados	12
5.2	Procesos de arranque y apagado	13
5.3	Proceso de conexión	14
5.4	Modo de ultra consumo	14
5.5	Proceso de precarga	14
5.6	Ecualización pasiva	14
6	Monitorización del sistema	15
6.1	Cálculo del estado de carga (SoC)	15
6.2	Condiciones de carga óptima	16
6.3	State of function (SoF) y uso final de la batería	16
6.4	Cálculo de la integridad de la batería (SoH)	16
6.5	Prolongación de la vida y uso final de las baterías	16

7 Protecciones eléctricas	17
7.1 Parámetros involucrados en las funciones de protección	17
7.2 Reenganche	17
7.3 Subtemperatura	17
7.4 Sobretemperatura	17
7.5 Subtensión	18
7.6 Sobretensión	18
7.7 Diferencia de temperaturas	18
7.8 Diferencia de tensiones	18
7.9 Corrientes de carga y descarga en PCM 48 300	19
7.10 Corrientes de carga y descarga en PCC 500/1000A	19
8 Visualización de datos	19
8.1 Visualización a través de HMI	19
8.2 Visualización remota	21
9 Comunicaciones	21
9.1 Introducción	21
9.2 Protocolo CAN	21
9.3 Protocolo Modbus	21
9.4 Tipo de datos	22
10 Requisitos y recomendaciones de instalación	22
10.1 Reglamentación aplicable	22
10.1.1 Normativa en instalación eléctrica	22
10.1.2 Normativa en instalaciones de baterías	22
10.2 Requisitos ambientales	24
10.3 Procedimiento de mantenimiento y almacenaje	24
10.4 Layout	24
11 Instalación	25
11.1 Verificación eléctrica y de componentes	25
11.2 Pasos a seguir	25
11.2.1 Colocación de los módulos	25
12 Requisitos y recomendaciones de transporte	29
13 Plan de mantenimiento	30
13.1 Mantenimiento predictivo	30
13.1.1 Verificar voltajes, avisos y alarmas	30
13.2 Mantenimiento preventivo	30
13.2.1 Calendario de mantenimiento preventivo	30
13.3 Mantenimiento correctivo	31
13.4 Necesidades de mantenimiento	31

1.1 Objeto

En el siguiente documento se presenta el manual completo para instalación, uso y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eBick PRO formado por módulos eBick PRO 280 PARALELO y módulo de control / protecciones PCM 48V300A o armario de control / protecciones PCCs.

1.2 Acrónimos

FAT	Factory Acceptance Tests
BMS	Battery management system
eBick PRO	Battery pack de 48V 280Ah
EMS	Energy management system
PCM	Módulo de control y protecciones (Power Module Control)
PCC	Armario de control y protecciones (Power Control Cabinet)
SoC	State of charge. Cantidad de energía en la batería
SoF	State of function. Cantidad máxima de corriente admisible de carga o descarga en cada momento
STRING	Armario con varios módulos y un PCM o PCC



2. Seguridad



AVISO: PELIGRO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

El incumplimiento de los mensajes de seguridad podría causar lesiones graves, la muerte o daños a la propiedad



¡PELIGRO!

Siempre se debe usar el módulo eBick PRO 280 con un sistema PCM/PCC de control y protecciones. Nunca conectar el módulo sin el PCM/PCC.

Para evitar corrientes altas de energización se requiere realizar una precarga del bus. Una conexión directa podría derivar en daños al sistema. Esta precarga es gestionada desde el PCM/PCC.



¡PELIGRO!

Antes de conectar el equipo al inversor, verificar que la tensión esta dentro de rango. NUNCA conectar el string si la tensión está fuera de rango o es NULA.



¡PELIGRO!

NUNCA eliminar o puentear los sistemas de corte y protección del PCM/PCC



¡PELIGRO!

No cortocircuite los terminales del circuito de corriente del módulo eBick PRO 280 ni del PCM/PCC. La corriente de cortocircuito puede ser de varios miles de amperios. Prolongados cortocircuitos destruirán el módulo de baterías y el electrolito podría filtrarse hacia fuera de las células y provocar fuego y/o explosión.



¡PELIGRO!

El personal de instalación y mantenimiento del eBick debe usar ropa, guantes especiales y gafas de protección. Todos los objetos metálicos personales como relojes de pulsera, anillos, joyas etc, NO deben ser usados mientras se trabaja con los módulos eBick PRO 280.



¡PELIGRO!

Utilice las herramientas de seguridad (EN 60900) y equipos de protección durante la instalación y el servicio para evitar cortocircuitos y descargas eléctricas.



¡PELIGRO!

No conectar o desconectar la carga cuando el contactor principal esté cerrado. Esto puede provocar un arco eléctrico y puede exponer al personal a alta tensión de CC. El arco eléctrico también puede destruir conectores debido al efecto de la soldadura.



¡PELIGRO!

En caso de incendio, desconecte el circuito de la batería y utilice un extintor de CO2 para extinguir el fuego. Las baterías contienen materiales inflamables. Siempre notificar a los bomberos sobre las baterías de litio.



¡PELIGRO!

No abra las tapas de los módulos eBick PRO 280 ni del PCM/PCC. No coloque ni deje caer objetos conductores dentro del módulo de batería o entre los terminales del módulo.



¡PELIGRO!

No exponer a temperaturas superiores a 65°C. El equipo no será operativo a partir de estas temperaturas pero la exposición de las celdas aún con el equipo no operativo a altas temperaturas puede provocar fuego y/o explosión.



¡PELIGRO!

No sumerja el módulo eBick PRO 280 en agua o cualquier otro líquido.



¡PELIGRO!

Nunca deje caer ni golpee fuertemente los módulos eBick PRO 280.



¡PELIGRO!

En caso de utilizar cargadores/convertidores, emplear los autorizados por CEGASA. El mal uso del módulo de baterías durante la carga o la descarga puede provocar desde el envejecimiento prematuro del equipo hasta fuego y/o explosión. Las comunicaciones de ambos equipos son complejas y requieren ser efectuadas por personal especializado autorizado.



¡PELIGRO!

En caso de emergencia lea el MSDS (Material Safety Data Sheet) de las celdas para proceder.

2.1 Información general

El eBick es un sistema inteligente de almacenamiento energético con celdas de Li-ion.

Todo el sistema contiene una alta capacidad de energía. Para minimizar el riesgo de una descarga eléctrica, corto-circuito, explosión e/o incendio siga los procedimientos pertinentes y las directrices locales, así como las instrucciones que se incluyen con el sistema.

La instalación debe ser realizada por personal cualificado, de acuerdo con la normativa aplicable. Los sistemas con las conexiones eléctricas visibles deben aislarse del acceso público. Cubra todas las conexiones directas y terminales para la seguridad.

Lea, entienda y aplique con detenimiento los requerimientos expuestos en esta sección.

2.2 Instrucciones de seguridad – Peligros potenciales

- **La zona alrededor del eBick PRO debe mantenerse despejada y libre** de materiales combustibles, gasolina y/u otros vapores y líquidos inflamables.
- Debe respetarse el área delimitada por los márgenes de seguridad para la alimentación y descarga del aire necesario.
- En caso de emergencia el eBick dispone de elementos de corte eléctricos de seguridad (fusibles y contactores). Se recomienda instalar un elemento que proteja contra sobrecorriente y posible cortocircuito. También se recomienda que el elemento de corte permita también su accionamiento manual en caso necesario. No olvide que al tratarse de baterías siempre tendrá voltaje en el bus de continua interno del STRING.

- **No utilice el módulo si cualquiera de sus partes ha estado sumergido en agua.** Una celda dañada por agua es potencialmente peligrosa. Los intentos de utilizar el sistema podrían causar un incendio o una explosión. En este caso póngase en contacto con CEGASA PORTABLE ENERGY para la inspección del battery pack.
- Deben respetarse las siguientes instrucciones:
 - **Cualquier orificio de entrada o salida de aire en la habitación está despejado y libre de obstáculos.**
 - **El suelo ha de ser capaz de resistir el peso del STRING.**
 - **No existe indicios evidentes de deterioro en ningún elemento del STRING.**
 - **Al tratarse de una batería siempre que esté cerrado el contactor del PCM/PCC existirá voltaje en los terminales +/-.**

2.3 Seguridad eléctrica

- Nunca retire las guardas envolventes ni seguridades de partes activas.
- No acceda al interior del STRING, ni de los módulos, ni toque ningún componente interno.
- No utilice ni manipule los componentes del eBick cuando accidentalmente, se encuentre mojado, o si tiene las manos o los pies mojados.
- En caso de avería o incidente, corte la corriente como primera medida. Para socorrer a una persona electrizada por una corriente no debe tocarla sino cortar la corriente de forma

inmediata. Si se tarda demasiado o resulta imposible cortar la corriente, trate de desengancharla por medio de un elemento aislante (tabla, listón, cuerda, silla de madera...).

- Cuando un módulo no se encuentre instalado en el STRING, asegúrese de que los terminales de potencia de la parte delantera se encuentren protegidos para evitar contactos accidentales.
- Asegúrese de que los cables de conexión de salida y entrada no estén en corto circuito.
- Asegúrese de que no existe cortocircuito entre terminales positivo y negativo en ningún punto.
- Asegúrese de que siempre haya protección aislante en los cables de salida y entrada y una conexión confiable.
- Nunca utilice cables visiblemente dañados o que sospeche que puedan estar dañados.
- Minimizar conductividad, evitando las superficies en contacto con el agua. Las manos y la ropa tienen que estar secas.
- No utilice, instale ni almacene el sistema en condiciones mojadas o húmedas.

2.4 Seguridad mecánica

- Debido al peso de los módulos de baterías (>100 kg), su instalación debe realizarse ayudado de medios mecánicos.
- No apilar más de **4 módulos eBick PRO por columna**.

2.5 Requisitos para el usuario

El usuario del lugar de trabajo, así como el personal que trabajará con el módulo, deberá asimismo implementar la seguridad aplicando las disposiciones mínimas del RD 614/2001 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgo eléctrico en el lugar de trabajo.

Durante el proceso de trabajo con este equipo se identifican específicamente los peligros relacionados con el riesgo eléctrico. Esto no excluye la posible existencia de otros riesgos durante el manejo y utilización, como sobreesfuerzos, posturas, u otras medidas frente a riesgos higiénicos. Los operarios deberán recibir una formación necesaria y suficiente para poder prevenir y evitar los riesgos derivados de la utilización del equipo.

Debe considerarse que el equipo en condiciones normales de funcionamiento por diseño protege frente a estos riesgos, pero es en caso de operaciones diferentes a las usuales (instalación, mantenimiento, ...) donde deben tomarse precauciones especiales.

Especial precaución a la hora de manipular los módulos debido a su peso. Respetar las pautas según la normativa vigente respecto a ergonomía en el puesto de trabajo (Real Decreto 487/1997). Utilizar equipos de manipulación adecuados.

2.6 Consignación Segura de máquinas e instalaciones (L.O.T.O.)

Para realizar operaciones sin tensión (L.O.T.O.) debe consignarse el equipo hasta valores de tensión no peligrosos. El siguiente apartado se basa en la consignación en varios puntos según el RD 614/2001:

1. Delimitar la zona de trabajo para evitar la entrada de personal no autorizado.
2. Deberá seccionarse y separarse de la red de alimentación o conexión con el convertidor.
3. Una vez desconectado, deberá seccionarse el STRING en fracciones con tensiones inferiores a 75 VDC.
4. Se deberán protegerse los bornes de estas fracciones mediante capuchones aislantes a tal efecto.
5. Dado que las baterías son un Sistema de almacenamiento de energía, será imposible lograr una situación ausencia de tensión en algunos puntos del sistema. En caso de que exista algún punto al descubierto en el que no se pueda eliminar la tensión, se consignarán los terminales, indicando el valor de tensión del punto.
6. Previo paso a realizar una intervención, se ha de medir la tensión en el punto sobre el que se opera. Algunos puntos pueden estar energizados directamente desde las baterías.
 - Utilizar solo herramientas aisladas para 75V.
 - Utilización de guantes aislantes hasta 75V, si quedan al descubierto bornes durante el proceso de seccionamiento.
 - Utilizar pantalla facial durante el trabajo.
 - En caso de tener que hacer alguna operación en un battery pack, colocar los módulos sobre una alfombra aislante.
 - Utilizar calzado aislante.
 - No cargar con ningún aparato conductor (p.ej. bolígrafos, cintas métricas) durante las operaciones, para evitar la posibilidad de cortocircuitos.
 - No llevar accesorios metálicos, conductores ni con aristas.



2.7 Maniobras, mediciones y verificaciones

La normativa permite la realización de operaciones e intervenciones sin consignación siempre que se garantice un nivel de seguridad equivalente.

Estas intervenciones se denominan maniobras, ensayos y verificaciones. Las debe realizar personal autorizado con protecciones y equipos de protección individual adecuados a las tensiones.

Se deberá proteger especialmente frente a cortocircuitos. Consignas a aplicar:

- Las operaciones las debe realizar personal autorizado, debidamente formado.
- Se utilizará ropa de seguridad que cubra todo el cuerpo (manga larga). Ignífuga o retardante de la llama, con protección contra químicos y arco eléctrico.
- Debe trabajarse sobre un apoyo sólido y estable
- En caso de utilizarse mesa de trabajo, esta debe ser aislada, o con un recubrimiento con manta aislante.

- Ningún terminal con carga eléctrica debe dejarse al aire. Si al retirar las conexiones los terminales se quedan expuestos, estos deberán ser protegidos con los cubrebornes suministrados.
- Todas las herramientas deben ser aisladas hasta 75V
- Los operarios no deben llevar elementos o aparato metálico.
- El área de trabajo debe estar libre de obstáculos.
- En caso necesario, se utilizarán eslingas de nylon en vez de cadenas siempre que haya bornes al descubierto.
- El operario deberá llevar pantalla facial o gafas de seguridad para protegerse frente a cortocircuitos
- Ocasionalmente, en función de la operación deberá haber recuento preventivo.
- Debe cumplirse lo referido al anexo IV del RD 614/2001

3. Introducción

3.1 Descripción general

El eBick PRO 280 PARALELO de CEGASA, es una batería de litio ion de 48Vdc nominales y 280Ah de capacidad.

Cada uno de los módulos o baterías está compuesto de 15 celdas en serie de 3,2V soldadas mediante tecnología láser. La tensión de cada una de estas celdas y la temperatura del módulo está monitorizada continuamente por una tarjeta local propia desarrollada por CEGASA (BMS).

Cada uno de los módulos lleva un fusible monopolar de 48Vdc 300A accesible desde el propio lateral del módulo mediante una tapa para su posible cambio rápido en caso de fallo eléctrico en la instalación.

Los módulos eBick PRO 280 PARALELO se pueden conectar en paralelo en torres de 4 alturas hasta un máximo de 24 módulos (6 torres de 4 alturas; 320KWh a 48Vdc)

El sistema para su funcionamiento precisa de un órgano de protecciones y control denominados **PCM** o **PCC** dependiendo de

las necesidades del proyecto. Tanto los PCM como los PCC contienen los elementos de protección del sistema, así como la tarjeta desarrollada por CEGASA encargada de gestionarlos (EMS).

Esta tarjeta EMS actúa de MAESTRO del sistema recibiendo mediante comunicaciones ISO SPI toda la información de las BMS que se encuentran en los módulos de baterías del sistema. Para completar la información necesaria, hace una lectura de la corriente por el circuito, así como varias lecturas de tensión a nivel de string.

La EMS, en un canal de comunicaciones independiente, también gestiona el intercambio de información con un sistema de orden superior; sea este un inversor, PC o SCADA.

Con toda esta información la EMS opera los sistemas de protección, recopila datos estadísticos y envía la información crítica a sistemas externos (medidas, estados, alarmas, ...).

4. Especificaciones

4.1 Dimensiones, peso e interfaces

Las dimensiones del **módulo eBick PRO 280 PARALELO** son las siguientes:

Modelo	eBick PRO 280 PARALELO
Altura	448 mm
Anchura	762 mm
Profundidad	405 mm
Peso	≈105 Kg



En la siguiente tabla se listan las interfaces de un módulo eBick PRO PARALELO, con una pequeña descripción de los mismos.

Interfaces del Módulo eBick PRO PARALELO	
Potencia	Interna (1): Dos Conectores SB350 REMA GRIS en lado izquierdo
Comunicaciones	Dos Conectores RJ45 en lado derecho (3)

Las dimensiones del **PCM 48V 300A** son las siguientes:

Modelo	armario PCM 48V 300A
Altura	165 mm
Anchura	762 mm
Profundidad	250 mm
Peso	≈15 Kg



En la siguiente tabla se listan las interfaces de un PCM, con una pequeña descripción de los mismos.

Interfaces del PCM	
Potencia	Interna (1): Conectores SB350 REMA GRIS Externa (2): Terminación por tornillo M12 (POSITIVO Y NEGATIVO) en parte trasera; sección recomendada >120mm ²
Botón ON/OFF (3)	Parte trasera para encendido/apagado
Comunicaciones CAN (4)	Conector RJ-45 en el PCM en parte trasera
Comunicaciones Modbus/TCP (5)	Conector RJ-45 en el PCM en parte trasera
HMI (6)	Pantalla táctil en el PCM
Acceso para usuario (7)	Conector USB en el PCM
Led Error (8)	Led para conocer si el sistema se encuentra en error
Comunicaciones ISO SPI (9)	Conector para los módulos eBick PRO
Tornillo a tierra (10)	Tornillo para conexión a tierra M5

Las dimensiones y pesos de los PCC (Armario Eléctrico de protección) van a depender del dimensionamiento del proyecto; Corriente nominal, número de entradas, número de salidas.....

4.2 Características eléctricas / energéticas

4.2.1 Módulo eBick PRO PARALELO

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones eléctricas del **módulo eBick PRO 280 PARALELO**:

Especificaciones eléctricas	eBick PRO PARALELO
Tensión nominal (Vdc)	48
Tensión mínima estática, SOC 0% (Vdc)	42
Tensión máxima estática, SOC 100% (Vdc)	52,2
Corriente nominal en carga/descarga: (A)*	<140
Corriente máxima en carga/descarga: (A)*	275
Energía nominal (Kwh)	13,4 kWh
Capacidad nominal (Ah)	280Ah
Datos celda:	
Carga: CC-CV, 0.2 C, 3.65V, 0.01C cut-off @ 25±2°C	
Descarga: CC, 0,2C, 2.7V cut-off @ 25±2°C	

4.2.2 Módulo PCM 48 300

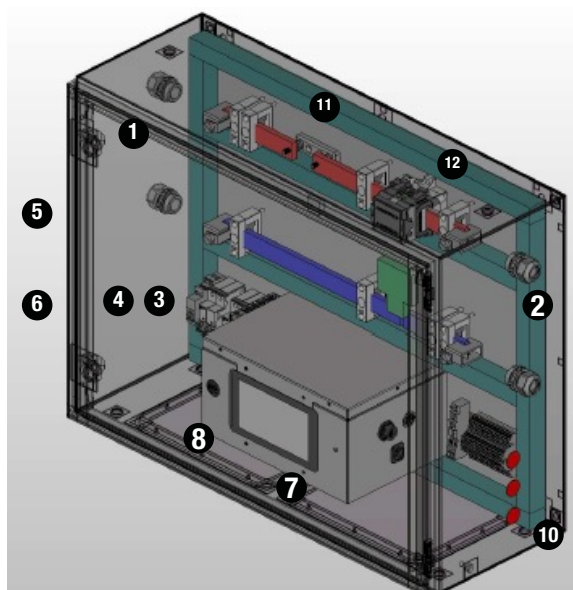
Especificaciones eléctricas	PCM 48 300
Tensión nominal (Vdc)	48Vdc
Corriente Máxima en CARGA/DESCARGA	275A / 300A
Corriente Máxima en picos DESCARGA	470A (1min)

4.2.3 Armarios eléctricos PCC (opcionales)

Especificaciones eléctricas	PCC 48 500
Tensión nominal (Vdc)	48Vdc
Corriente Máxima en CARGA/DESCARGA	500A
Corriente Máxima en picos DESCARGA	700A (1min)

Especificaciones eléctricas	PCC 48 1000
Tensión nominal (Vdc)	48Vdc
Corriente Máxima en CARGA/DESCARGA	1.000A
Corriente Máxima en picos DESCARGA	1.400A (1min)

Para ambas opciones de PCC, las medidas y peso de los armarios eléctricos PCC 500 y 1000 estarán condicionadas a las necesidades de los proyectos. De igual manera el número de entradas (o paralelos) y salidas de potencia del armario.



Interfaces del PCC 500 o 1000

Potencia	SALIDA (1) - Lateral izquierdo de armario: Dependiendo del número de entradas (paralelos) necesarias; Cable mínimo 120mm ² ENTRADA (2) - Lateral derecho de armario: Dependiendo del número de salidas necesarias; Cable mínimo 120mm ²
Interruptor ON/OFF (3)	Panel frontal para encendido/apagado
Disyuntor ULTRALOW MODE (4)	Panel frontal para encendido tras entrada en ULTRA LOW MODE
Comunicaciones CAN (5)	Conector RJ-45 en el PCC en lateral izquierdo; cable cat 5e SERIE no cruzado
Comunicaciones Modbus/TCP (6)	Conector RJ-45 en el PCM en lateral izquierdo; cable cat 5e paralelo no cruzado
HMI (7)	Pantalla táctil en el PCM
Acceso para usuario (8)	Conector USB en el PCM
Led ON y Error (9)	ROJO para conocer si el sistema se encuentra en error en puerta frontal de PCC; VERDE sistema ON
Comunicaciones ISO SPI (10)	Conector RJ45 HEMBRA para los módulos eBick PRO en lado derecho
Fusible	En terminal positivo 48Vdc 500 o 1.000A continuo dependiendo del proyecto
Contactor	En terminal positivo 500 o 1.000A dependiendo del proyecto



4.3 Hardware

4.3.1 Módulo de baterías

Cada módulo de baterías se compone de:

- **Celdas** de 3,2V – 280 Ah; conformando un conjunto final de 48V – 280 Ah.
- **BMS:** Tarjeta que hace la lectura directa de tensión de cada una de las celdas y lectura de temperatura del módulo.
- **Fusible:** Cada módulo tiene intercalado entre la unión de sus celdas un fusible. Este actúa en caso de cortocircuito interno o cortocircuito en bornes de uno de los módulos, abriendo el string e impidiendo que los módulos adyacentes, y según el posicionamiento el propio módulo en cortocircuito, alimenten la falta.

4.3.2 PCM o PCCs

El módulo de protecciones se compone de los siguientes elementos:

- **EMS:** Tarjeta que hace de CPU del string. Recoge los datos provenientes de todas las BMS, los gestiona, actúa sobre los elementos de protección y se comunica con los equipos a un nivel superior.
- **HMI:** Pantalla táctil, directamente conectada a la EMS. Muestra datos del estado del sistema y permite la operación manual del mismo si se requiere.
- **LED de error:** Este LED parpadeará cuando la EMS detecte un fallo en el sistema, sea este un fallo eléctrico o de hardware.
- **Contactador:** Elemento de seguridad que corta el paso de corriente ante una alarma del sistema. Situado justo antes de los bornes de salida del módulo de protecciones, tiene el propósito de aislar el armario antes de que se den unas condiciones que garanticen una correcta conexión al bus, así como de proteger al string ante posibles fallos externos.
- **Transformador de corriente:** Transformador que lee la corriente total entrante o saliente del sistema, usada para el cálculo de la carga restante en batería, así como para las funciones de protección de la misma.

5. Procesos y modos de funcionamiento

5.1 Máquina de estados

El string está controlado por una máquina de estados secuencial. Esta máquina de estados está gestionada por la EMS situada en el PCM o PCC. El usuario puede comprobar el estado en el que se encuentra el string tanto desde el HMI como por comunicaciones en la dirección 0x3000 – 1 mediante CAN o en la dirección 3001 vía Modbus.

La máquina de estados de la EMS tiene los siguientes estados:

- **Start-up:**

Arranque de la tarjeta, comunicaciones, y cada una de las BMS situadas dentro de los battery packs. Configuración

- **Fuente de alimentación:** Una de las aplicaciones de una batería estacionaria es ser usada como un sistema de alimentación ininterrumpido. Para poder hacer eso, la electrónica que gestiona las baterías no puede dejar de recibir energía, y la única manera de hacer esto es alimentándola desde las propias baterías.

Alimentar toda la electrónica desde un solo módulo del string provocaría desbalances entre las diferentes baterías del conjunto y a la larga una disminución de la energía disponible; por lo tanto, esta fuente de alimentación se sitúa en bornes del string, para tomar energía de todas las baterías de la misma manera.

- **Interruptor On / Off:** Se usa para arrancar el PCM o PCC una vez se han realizado las conexiones de potencia. En caso de que el PCM o PCC tenga que ponerse fuera de funcionamiento, este botón también sirve para apagarlo y aislar la electrónica de la alimentación.
- **Terminales de potencia:** El acceso de los cables de potencia de cliente está situado en la parte trasera del PCM o en el caso de los PCC en la parte derecha del armario eléctrico.
- **Conector de comunicaciones:** Ambos conectores de Comunicaciones están situados en la parte trasera del PCM o en la parte derecha del PCC, están identificados como “CAN-bus” y “Modbus”

El conector para Modbus/TCP utiliza un cable paralelo TCP standard.

El pinado para el cable de Comunicaciones CAN puede ser comprobado en el capítulo 9.2 protocolo CAN. Si se requiere de un pinout diferente, por favor contacte con Cegasa para asistencia.

Este estado aparece cuando se realiza un reinicio por software en la EMS, ya sea provocado por un cambio en la configuración o por una actualización de firmware. Durante este estado la EMS guardará en memoria el estado del sistema, para continuar en las mismas condiciones una vez termine el reinicio.

del Sistema y verificación de ausencia de errores.

- **Ready / Disconnected:**

Valor en la posición de memoria = 2

Una vez la secuencia de start-up ha terminado, el sistema se mantendrá en este estado hasta que inicie la secuencia de conexión, bien sea por un comando en caso de que la batería trabaje junto con un maestro, o bien tras un tiempo de espera si la batería funciona de manera autónoma.

- **Eq Balancing:**

Valor en la posición de memoria = 3

Si la EMS detecta que la diferencia de carga entre celdas es

demasiado alta, y que las condiciones en el sistema son las adecuadas para que el string entre en ecualización, la EMS mandará al equipo de manera automática a este estado. En este estado se quemará el exceso de energía en las celdas con más carga hasta que todas las celdas tengan aproximadamente la misma energía almacenada.

- **Connecting:**

Valor en la posición de memoria = 4

Estado de transición. Una vez el comando de conexión ha sido recibido y la precarga ha sido realizada (la precarga es opcional, descrita en su propio capítulo), la máquina de estados progresa a este estado. Si la lectura de tensión en bus es correcta, mandará el cierre del contactor y procederá al estado connected. Si la lectura de tensión no es correcta, abortará la secuencia y pasará al estado disconnecting.

- **Connected:**

Valor en la posición de memoria = 5

Estado de transición. Tras recibir el comando de cierre y ejecutar la secuencia de conexión, el string se encontrará con el contactor cerrado. Si durante un tiempo dado no se producen errores, se progresará al estado idle.

- **Idle:**

Valor en la posición de memoria = 15

Una vez el string está conectado, se mantendrá en este estado hasta que se detecte una corriente de paso. Si el valor de corriente leído tiene signo positivo, procederá al estado de charging, si por el contrario es de signo negativo, procederá al estado discharging.

- **Charging:**

Valor en la posición de memoria = 25

En este estado la corriente es entrante al string, así el valor de SoC crecerá proporcionalmente a la corriente leída y las funciones de protección con el sufijo “charge” se habilitarán.

- **Discharging:**

Valor en la posición de memoria = 35

En este estado la corriente está siendo extraída del string. El valor de SoC disminuirá proporcionalmente a la corriente leída, y las funciones de protección con el sufijo “discharge” se habilitarán.

- **Disconnecting:**

Valor en la posición de memoria = 35

En este estado la corriente está siendo extraída del string. El valor de SoC disminuirá proporcionalmente a la corriente leída, y las funciones de protección con el sufijo “discharge” se habilitarán.

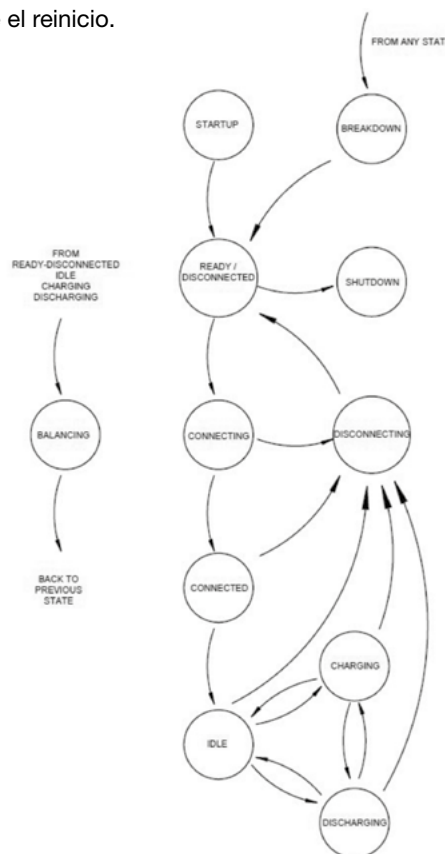
- **Breakdown:**

Valor en la posición de memoria = 1

Si aparece un fallo crítico en el sistema (cualquier error que prevenga del uso Seguro de las baterías), la EMS cambiará al estado Breakdown, donde abrirá el contactor. Se mantendrá en este estado hasta que se limpien los errores, bien sea desde el HMI local o recibiendo un comando de resetear errores por comunicaciones.

- **Shutdown:**

Este estado aparece cuando se realiza un reinicio por software en la EMS, ya sea provocado por un cambio en la configuración o por una actualización de firmware. Durante este estado la EMS guardará en memoria el estado del sistema, para continuar en las mismas condiciones una vez termine el reinicio.




5.2 Procesos de arranque y apagado

Como paso previo al arranque del sistema, debe haberse seguido todo punto incluido en la sección “instalación”. Una vez se haya hecho esto el sistema se puede arrancar pulsando el interruptor ON/OFF.

Una vez pulsado el interruptor, la electrónica de control en el PCM o PCC será alimentada. La EMS comprobará la integridad del hardware (hardware propio y de las BMS distribuidas por comunicaciones) y que la distribución del armario configurada corresponde con la leída. Si no se detecta ningún error, la EMS permitirá comenzar a trabajar con las baterías. El tiempo requerido para el arranque es de menos de 1 minuto.

Para detener el sistema, se debe pulsar el mismo interruptor. El string no debe apagarse nunca mientras se encuentre circulando corriente por el sistema. El contactor debe abrirse desde pantalla (botón conectar) como paso previo a apagar el PCM o PCC.



PELIGRO:
CONSUMO PROPIO DE LA ELECTRÓNICA
 La electrónica en el armario se alimenta de las baterías. En caso de que no se vayan a usar las baterías durante un tiempo prolongado, se deberá apagar el PCM.

5.3 Proceso de conexión

El sistema eBick PRO puede funcionar de 2 maneras diferentes: Modo esclavo y Modo autónomo.

En el **modo esclavo** el control depende de un sistema de nivel superior, sea este un SCADA, un inversor o personal de operación. En este modo, una vez que el sistema se arranca, se mantendrá en el estado ready/disconnected hasta que se reciba una orden externa de cierre.

En el **modo autónomo** el sistema automatiza varias operaciones, entre ellas la conexión. En este modo, una vez el eBick se arranca, si no se produce ningún error crítico, cerrará el contactor de manera autónoma. Este modo se usa junto a inversores que no tienen comunicaciones, o que su sistema de comunicaciones no está preparado para controlar interruptores de battery packs de litio.

Este último (autónomo), es el modo de conexión por defecto.

5.4 Modo de ultra consumo

En caso de que las baterías se dejen desatendidas durante un largo periodo de tiempo, el armario tiene un sistema de ultra consumo para protegerlas. Si el equipo se dejara encendido sin supervisión ni uso, la electrónica en las baterías acabaría consumiendo la energía de las mismas, por ello si la EMS detecta un valor de tensión en batería inferior al deseable, seguirá una serie de pasos a medida que la tensión disminuya, hasta apagar el string completamente.

Condiciones de entrada en este modo:

Corriente inferior a 2A Y Valor de celda mínimo <2975mV durante 2h

Las acciones que se desarrollarán serán las siguientes:

1. Apertura del contactor por subtensión
2. Apagado de las BMS en cada una de las baterías
3. Apagado de la pantalla y EMS

Si la batería llegara a cualquiera de estos puntos podría recuperarse, pero requiere de un método de carga específico.



PELIGRO:

MODO DE ULTRACONSUMO

Si el usuario detecta que el string se ha desconectado y que la pantalla está apagada, la carga de la batería debería de evitarse.

Si la batería se trata de cargar de modo normal en este estado; en el mejor de los casos conduciría a una pérdida severa de capacidad en el equipo; en el peor de los casos produciría un cortocircuito.

Bajo estas condiciones la batería ha de recargarse de una manera específica.

Por favor contacte con el departamento de soporte técnico de CEGASA para que este analice la situación y se le proporcionen instrucciones adicionales.

5.5 Proceso de precarga

El proceso de precarga es un proceso diseñado para ser usado con inversores comerciales de 48V. Requiere de hardware específico a medida para esta aplicación.

Inversores de potencia, reguladores MPPT y la mayoría de los equipos de electrónica de potencia trabajan con un juego de condensadores, bobinas y transistores para modificar la señal de entrada en la señal de salida deseada para la aplicación.

Para solucionar este caso se recurre a una energización suave del bus de continua.

En este caso, en vez de realizar el primer cierre con el contactor principal; se utiliza un contactor auxiliar, que está conectado en serie con una resistencia que limita la corriente. Este resistor disminuirá la corriente de energización de los condensadores, y una vez se energice el bus de continua, el contactor principal se cerrará a la vez que se desconecta este contactor auxiliar siempre y cuando se haya realizado la precarga del bus de forma segura alcanzando el nivel de voltaje del bus deseado.

5.6 Ecuilización pasiva

A medida que se realizan cargas y descargas en el string, debido a pequeñas diferencias en la química de las celdas, que producen diferentes valores resistivos, conducen a diferentes pérdidas durante el uso de la batería y a diferente cantidad de energía almacenada en cada celda.

El final del proceso de carga se determina por la celda de todo el string que tiene la mayor cantidad de energía almacenada (cuando una celda llega al 100% de carga, el proceso se detiene independientemente de la carga almacenada en el resto de las celdas del string), mientras que el final del proceso de descarga lo determina la celda con la menor cantidad de carga.

Las diferencias en la energía almacenada aumentan a medida que el número de ciclos en el string aumenta; haciendo cada vez más ineficiente al sistema. Para solventar este problema, la EMS monitorizará la diferencia entre celdas, iniciando el proceso de ecuilización cuando sea necesario.

El desbalanceo entre celdas se produce debido a diferentes factores, siendo los más comunes:

- **Profundidad de descarga (DoD):** A mayor DoD, mayor desbalance.
- **Ciclos de carga y descarga:** Cuantos más ciclos, mayor desbalance.
- **Temperatura de funcionamiento:** Trabajar a diferentes temperaturas que la óptima genera en un mismo ciclo de carga/descarga mayores desbalances.
- **Corriente de carga/descarga:** Corrientes mayores, mayor desbalance.

La carga en una celda está parcialmente relacionada con la tensión en esa celda. El eBick controla en todo momento la tensión en cada una de sus celdas. Si en un momento se detecta que el desbalanceo entre celdas es alto, y que el string no está siendo utilizado, la EMS entra en modo de ecuilización pasiva.

Durante este proceso, el exceso de energía es quemado en las celdas con la mayor cantidad de carga. De esta manera, lentamente, el valor de carga de cada celda comienza a disminuir hasta que cada celda llega al valor de carga de la celda menos cargada.

Existen dos modos de equalización pasiva; **Modo normal y Modo extremo**

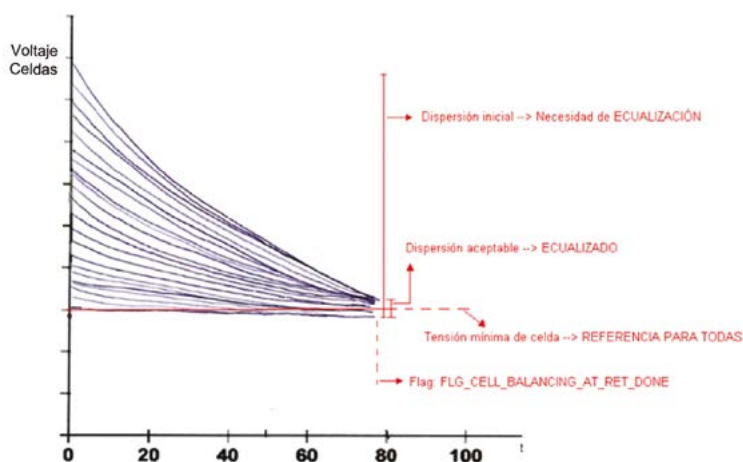
Condiciones de entrada en el modo normal de equalización pasiva del sistema:

- En proceso de carga
- Cuando la dispersión es superior a valores normalizados internos dependiendo de la corriente de carga; Tablas propias de CEGASA
- Siempre y cuando $V_{min} > 3300mV$
- Solo equaliza la serie que está fuera de ese nivel de dispersión admisible
- V_{min} va a ser dinámica, comprobada en tiempo real

Condiciones de entrada en el modo extremo de equalización pasiva del sistema:

- En proceso de reposo (sin corriente)
- Cuando la dispersión es superior a 10mV entre V_{max} y V_{min}
- V_{min} va a ser dinámica, comprobada en tiempo real
- $SOC \Rightarrow > 10\%$

A continuación, se observa en la gráfica un ejemplo del proceso de equalización, donde se ve como en un conjunto de celdas de litio-ion con tensiones inicialmente dispersas. Esta dispersión se va reduciendo con el tiempo a medida que se ejecuta el proceso



6. Monitorización del sistema

6.1 Cálculo del estado de carga (SoC)

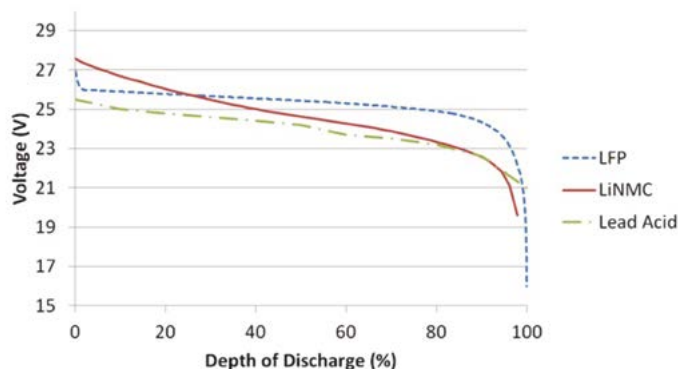
Uno de los aspectos más importantes en una batería es conocer la energía almacenada restante en la misma, para saber en qué modo podremos usar la batería.

En la química de plomo ácido esa determinación es sencilla, dado que la tensión del sistema es prácticamente proporcional a la carga restante en las baterías.

En las baterías de tipo LFP, sin embargo, tienen una curva característica de descarga en la que la tensión se presenta plana durante la mayor parte del rango de utilización, donde una variación de 1 – 2 mV puede representar un error en la estimación de carga de un 10 – 20%. Únicamente en los extremos la tensión varía en cantidad suficiente como para poder relacionarlo directamente con la carga restante en la batería.

Esto unido a que la forma de la característica varía con diferentes factores (corriente de descarga, temperatura...) hace que una medición directa de la tensión para representar la carga restante en la batería sea inviable.

Voltage comparison of various chemistries



Para solucionar este problema, y tener una representación fiel del estado de carga del sistema, se ha optado por una solución mixta.

Durante la mayor parte del rango de utilización la EMS calculará continuamente el SoC de las baterías gracias a un algoritmo basado en coulombimetría. Se realizará una lectura de la corriente saliente en descarga y entrante en carga, y el SoC se actualizará añadiendo o sustrayendo esta energía.

En los extremos de la curva (0-20% y 95-100% de carga), donde la tensión si se puede relacionar de forma más precisa con la carga restante; se realiza una actualización de la estimación de carga, actualizando bajo ciertas condiciones físicas el SoC a esta tensión.

- **Actualización al 100%;** Si se dan las condiciones de voltaje y corriente definidas en SW para interpretar que la batería se encuentra cargada completamente. De igual manera si una de las series alcanza el valor de 3575mV durante 10 segundos.
- **Actualización en reposo;** La electrónica EMS cuenta con algoritmos propios para actualizar el SOC en reposo (corriente CERO tras un tiempo de inactividad) dependiendo del voltaje de las celdas únicamente en el tramo de 0 a 20%.
- **Actualización 0-20% en función de la corriente de descarga;** La electrónica EMS cuenta con algoritmos propios para actualizar el SOC en función de la corriente de descarga por cada módulo conectado en paralelo y la tensión de la celda mínima; Únicamente se actualiza este valor de SOC con corriente en el tramo de 0 a 20%.

6.2 Condiciones de carga óptima

El sistema EMS en todo momento controla las condiciones de SOC, temperatura, voltajes del sistema completo y manda por comunicaciones a los inversores/cargadores los valores óptimos de tensión de carga y corriente de carga para realizar un correcto control del proceso de carga.

- **Tensión de carga** en función de la temperatura de las celdas:

- Entre 0 y 5°C 51.5V
- Entre 6 y 10°C 52V
- Entre 11 y 40°C 52.2V
- Entre 41 y 45°C 51.8V
- Mayor de 46°C 51.5V

- **Corriente de carga** en función de la temperatura de las celdas:

Corriente Carga	Temperatura					
	0 - 5°C	6 - 10°C	11 - 25°C	26 - 40°C	41 - 45°C	>46°C
0 - 20%	0,2C		1C		0,5C	0,2C
21 - 50%	0,3C		1C		0,5C	0,3C
51 - 60%	0,3C		1C		0,5C	0,3C
61 - 70%	0,3C	0,5C	1C		0,5C	0,3C
71 - 80%	0,3C	0,5C	1C		0,5C	0,2C
81 - 95%	0,3C	0,3C		0,5C		0,2C
96 - 100%			0,1C			

Tabla 8. Corrientes de carga en función de SOC & Temperatura

(*) En PCM Paralelo siempre habrá un máximo de 275A determinado por el propio PCM; En el caso de colocar varios paralelos y si el valor resultante de la tabla anterior excede de 275A (Ej; 550A) se limitará el valor de corriente de carga enviado al inversor a 275A

6.3 State of function (SoF) y uso final de la batería

El state of function (SoF) es un algoritmo que muestra la mayor cantidad de corriente que una batería puede absorber o suministrar en función de la carga almacenada en el string, y ajustada respecto a varias características físicas, químicas y eléctricas.

6.4 Cálculo de la integridad de la batería (SoH)

A medida que pasa el tiempo, la batería envejece por varios motivos: Ciclos de carga y descarga efectuados, sobrecorrientes, humedades, cambios en la química por el paso del tiempo o temperaturas extremas, ...

Todos estos factores hacen que la batería no sea capaz de almacenar tanta energía como el primer día. Como un método para indicar cuanto ha envejecido la batería, y en consecuencia cuanto energía es capaz de suministrar, se ha desarrollado el algoritmo del SoH.

Este algoritmo utiliza diversas ecuaciones para comparar un ciclo de descarga actual con un ciclo de descarga patrón, y así actualizar internamente a cuanto energía almacenada equivale un 100% de SoC, e indicar al usuario el cociente de la capacidad máxima almacenable respecto a la capacidad máxima teórica en % (SoH).

Para hacer esto, se almacenan varios ciclos de carga-descarga bajo diferentes condiciones físicas. Estos ciclos serán usados para comparación. En el día a día la EMS controlará varias variables clave, y si estas coinciden con las almacenadas en un ciclo standard, comparara la energía intercambiada durante ese ciclo con la energía del ciclo patrón.

Entre las variables de control se encuentran:

- Valor de inicio y fin del SoC
- Temperatura media durante el ciclo
- Corriente media durante el ciclo
- Porcentaje de desbalance entre celdas

6.5 Prolongación de la vida y uso final de las baterías

Debido a diversos factores la batería perderá parte de la capacidad útil que puede suministrar.

Los factores que afectan a la vida de una batería de litio son los siguientes:

- Utilizar la batería fuera del rango de temperaturas recomendadas.
- Realizar descargas profundas a la batería, bajando de un 5% de SoC
- Realizar cargas y descargas fuertes (corrientes altas)

Dependiendo de la aplicación habrá condiciones que se puedan cumplir y otras que no. Por ejemplo, en una aplicación para una alimentación ininterrumpida, se primará garantizar que se suministra la corriente demandada respecto al número de ciclos que la batería nos pueda dar. La pérdida de capacidad generada por posibles picos de corriente se verá compensada por los ciclos demandados a la batería, ya que en este tipo de aplicaciones la batería no está trabajando de manera continua.

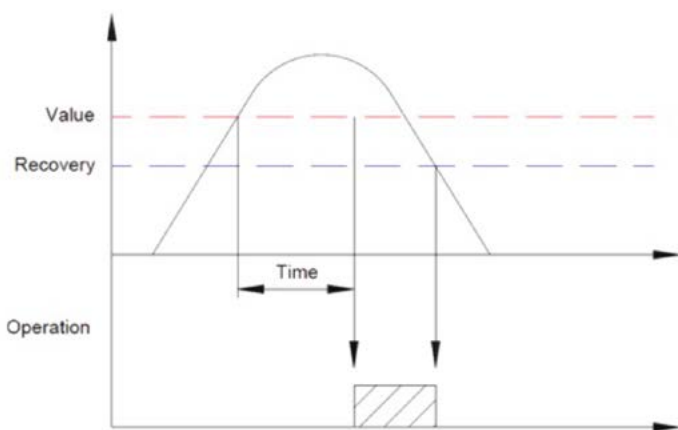
En casos en las que la batería de manera continua, como en instalaciones de energías renovables, se buscará la maximización de la vida de la batería. En estos casos en los que se realizan cargas y descargas moderadas con valores reducidos de corriente, se controlaran otros valores como el DoD para maximizar la vida de la batería.

El sistema EMS monitorizará de manera continua la corriente, tensión y valores de temperatura en diferentes puntos de cada uno de los módulos. Asimismo, comprobará en todo momento el estado del contactor y el estado del string dentro de la máquina de estados. Si la EMS detecta que existe un problema en el proceso, actuará sobre el contactor para aislar la batería y limpiar la falta.

7.1 Parámetros involucrados en las funciones de protección

Cada función de protección será ajustada en fabrica, acorde a la constitución del battery pack y la química usada en el mismo. Las funciones que hayan operado se mostrarán desde el HMI y se comunicarán a través de cualquiera de las opciones de comunicación.

La nomenclatura y significado son los siguientes:



XXX_XXX_value: Valor a partir del cual, si nos mantenemos un tiempo acabaremos operando.

XXX_XXX_time: Tiempo requerido para que la protección opere, una vez la batería se encuentre en una situación insegura.

XXX_XXX_recovery: Tras haber operado, si se desciende de este valor, la variable de operación será reseteada.

Dependiendo de la severidad de la falta, existirán 2 niveles de operación:

XXX_XXX_warning: Esta variable indica que el sistema se dirige hacia una situación peligrosa. Si se detecta esta variable, el control del sistema debería de actuar para corregir la situación.

XXX_XXX_alarm: Esta variable indica que el sistema se encuentra en un estado peligroso para el mismo. La EMS actuará sobre los elementos de corte para aislar el string.

7.2 Reenganche

La EMS monitorizará los valores eléctricos y de temperatura antes, durante y después de una falta. Si detecta que el sistema se ha recuperado tras una falta, y que es seguro continuar con la operación, volverá a cerrar el contactor. En caso de que se presente una situación de SOTF (switch on to fault), este reenganche está limitado a un máximo de **3 veces en un periodo de 5 minutos**.

Existen, sin embargo, varias protecciones, las cuales, su resultado es tan lesivo para el string, que el reenganche no actuará, y la batería solo podrá volverse a poner en servicio una vez que una persona autorizada compruebe que el motivo de la falta ha sido corregido, que el equipo no tiene daño y que la batería puede volver a conectarse al bus.

7.3 Subtemperatura

La EMS controlará la temperatura en la que se encuentra cada módulo en el momento de realizar tanto una carga como una descarga. Si hay alguna temperatura que se encuentre por debajo de un rango admisible, el string dará una alarma. Si esta temperatura baja más aún, abrirá el elemento de protección para salvaguardar las baterías.

Existe un grupo de protecciones para subtemperaturas durante una carga y otro grupo para subtemperatura durante una descarga.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Undertemperature in charge warning	0°C	30 second
Undertemperature in charge alarm	-20°C	30 second
Undertemperature in charge recovery	2°C	30 second
Undertemperature in charge warning	-15°C	30 second
Undertemperature in charge alarm	-20°C	30 second
Undertemperature in charge recovery	-13°C	30 second

7.4 Sobretemperatura

La EMS controlará la temperatura en la que se encuentra cada módulo en el momento de realizar tanto una carga como una descarga. Si hay alguna temperatura que se encuentre por debajo de un rango admisible, el string dará una alarma. Si esta temperatura baja más aún, abrirá el elemento de protección para salvaguardar las baterías.

Existe un grupo de protecciones para subtemperaturas durante una carga y otro grupo para subtemperatura durante una descarga.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Overtemperature in charge warning	48°C	30 second
Overtemperature in charge alarm	51°C	30 second
Overtemperature in charge recovery	46°C	30 second

Overtemperature in charge warning	48°C	30 second
Overtemperature in charge alarm	51°C	30 second
Overtemperature in charge recovery	46°C	30 second

7.5 Subtensión

Permitir el descenso de tensión en una batería durante tiempos prolongados provoca un deterioro progresivo de los materiales de los electrodos. El primer problema que se presenta es que el colector de corriente de cobre del ánodo se disuelve en el electrolito. Esto no sólo aumenta el ratio de autodescarga de la celda, sino que si se intentara recuperar la celda volviéndola a cargar, esos iones de cobre metálico disperso por el electrolito no se reintegrarían necesariamente en el colector de corriente, sino que se mantendrían como cobre metálico en el sitio en el que estuvieran. Esta situación podría llegar a causar finalmente un cortocircuito entre los electrodos.

Mantener las celdas a baja tensión durante periodos prolongados de tiempo también tiene su efecto en los cátodos. Una tensión baja provoca la descomposición gradual del cátodo debido a la liberación gradual de oxígeno del cátodo de óxido de litio ferrofosfato, y con ello una pérdida permanente de capacidad.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Undervoltage warning	2900 mV	5 second
Undervoltage warning recovery	3200 mV	5 second
Undervoltage alarm	2700 mV	5 second
Undervoltage alarm recovery	2950 mV	30 second

**Nota: Esta función de protección se calcula a nivel de celda*

7.6 Sobretensión

Si la tensión de carga aumenta por encima del nivel recomendado para las celdas, se produce un aumento en la cantidad de corriente que fluye por la misma. Una corriente excesiva hace

que los iones de litio no puedan acomodarse lo suficientemente rápido en el enrejado del ánodo de carbono, por lo que acaban depositándose en la superficie del mismo como litio metálico.

Este efecto, el mismo que sucede durante las operaciones a bajas temperaturas, en el mejor de los casos producirá una pérdida de capacidad, y en el peor de los casos un cortocircuito, debido a que este litio se deposite como dendritas que puedan perforar el aislamiento.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Overvoltage warning	3650 mV	5 second
Overvoltage warning recovery	3400 mV	5 second
Overvoltage alarm	3800 mV	5 second
Overvoltage alarm recovery	3600 mV	30 second

**Nota: Esta función de protección se calcula a nivel de celda*

7.7 Diferencia de temperaturas

El sistema EMS monitoriza la temperatura en varios puntos de cada módulo de baterías. Si se produce una diferencia de temperaturas entre la máxima temperatura medida y la mínima temperatura medida; eso será indicativo de que el sistema que lee esos datos ha fallado (NTC, cable de conexión, BMS, ...).

Bajo estas condiciones no se puede garantizar el funcionamiento de todos los módulos dentro de un rango de temperaturas correcto, por lo que se procederá a aislar el string.

Esta función no se incluye en el reenganche.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Temperature difference alarm	10°C	10 second

7.8 Diferencia de tensiones

El sistema EMS monitoriza las tensiones de todas y cada una de las celdas. Si se produce una diferencia de tensiones superior a un cierto valor entre la máxima tensión medida y la mínima tensión medida; eso será indicativo de que el sistema que lee esos datos ha fallado (Cable de conexión, BMS, ...) o bien que existe una celda con un problema.

Dado que no se puede garantizar la integridad de todo el sistema, la EMS actuará sobre las protecciones para aislarlo.

Esta función no se incluye en el reenganche.

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Voltage difference alarm	1000 mV	10 second

7.9 Corrientes de carga y descarga en PCM 48 300

Un gran aumento en la corriente suministrada o recibida por la batería puede ser un indicativo de que se ha producido un cortocircuito a la salida del armario. Para prevenir alimentar la falta y / o dañar componentes internos o externos por la corriente circulante, si se detecta un aumento brusco de la corriente, sostenido en el tiempo, la EMS actuará sobre los elementos de protección para aislar el sistema.

Esta función no se incluye en el reenganche. Los valores definidos a controlar para no hacer saltar las alarmas de corriente son los indicados en esta tabla:

Nombre de la variable	Valor de operación	Tiempo de operación
Continuous overcurrent in charge (A)	SOF_CH + tolerancia (*)	120 seconds
Continuous overcurrent in discharge (A)	SOF_DCH + tolerancia (**)	120 seconds
Peak overcurrent in discharge (A)	475	60 seconds
Shortcircuit in charge (A)	550	100 ms
Shortcircuit in discharge (A)	500	100 ms

(*) El SOF_CH esta detallado en el punto 6.2 de condiciones de carga óptima en función de temperatura y SOC del sistema.

(**) El SOF_DCH estará siempre en 275A salvo cuando se alcance alguna alarma o warning.

7.10 Corrientes de carga y descarga en PCC 500/1000A

Consultar con CEGASA las protecciones en los casos de PCC porque pueden ir condicionados a cada uno de los proyectos.

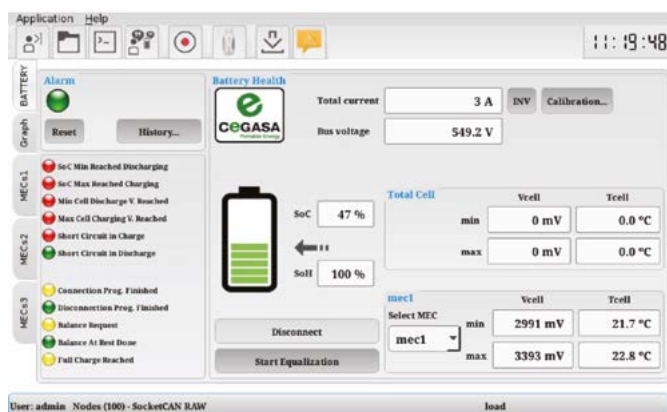
8. Visualización de datos

8.1 Visualización a través de HMI

El modulo de protecciones incorpora un apantalla táctil. Desde ella se pueden visualizar los datos existentes en la EMS.

En el HMI se pueden encontrar las siguientes pantallas:

Pantalla principal:



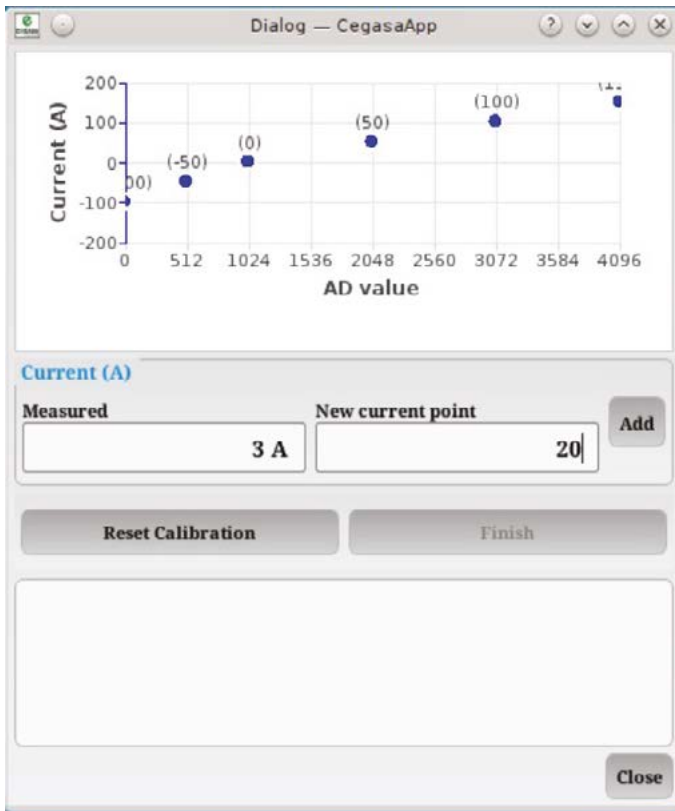
Esta es la pantalla que se visualiza una vez se arranca el sistema. Desde la misma se puede ver un resumen de los datos más significativos de la batería:

- Estado de carga
- Estado de vida
- Valor de corriente en el sistema
- Valor de tensión del armario
- Valores mínimos y máximos de temperatura y tensión en armario y por módulo
- Estado de la batería (carga, descarga, balanceo, en espera...)
- Alarmas y flags

Asimismo, desde esta pantalla se pueden realizar los comandos de conectar y desconectar el contactor, mandar a la batería a equalizar o invertir el sentido de la corriente si se hubiera conectado el transformador de corriente de manera errónea.

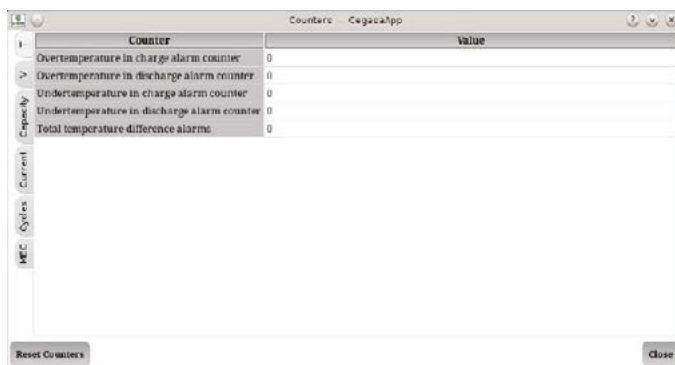
Desde esta pantalla también se puede acceder a las subpantallas de históricos y calibración.

Submenú de calibración:



Debido a que el transformador de corriente presenta una tolerancia, se ha implementado la posibilidad de corregir los errores de medida del mismo por software. Desde la pantalla de calibración se puede visualizar la calibración actual almacenada en el sistema, así como eliminarla o variarla. Consultar con CEGASA en caso de necesidad.

Pantalla historicos

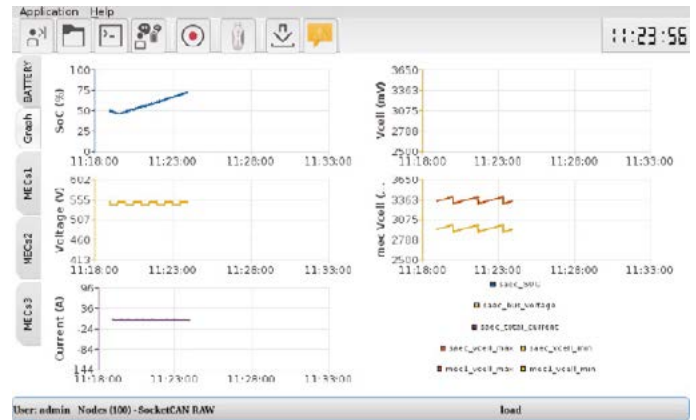


En estas pantallas se pueden consultar los contadores incluidos en el string.

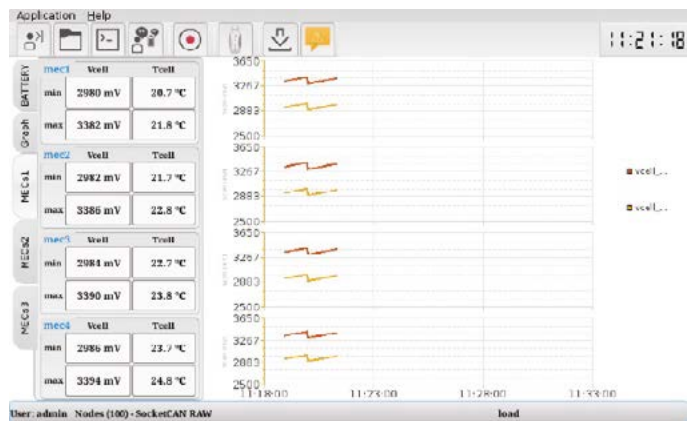
Entre ellos podemos encontrar contadores de alarmas, disparos, energía o ciclos.

Pantalla gráficas

En esta pantalla se pueden visualizar los datos más importantes de la batería en una gráfica con los valores de los últimos 15 minutos.



Pantalla MECs



En estas pantallas se pueden visualizar los datos de tensión máxima/mínima de serie y de temperatura máxima/mínima separados por módulo de baterías.

Cada pantalla almacenará los datos para 4 módulos de baterías y en la cinta de la parte izquierda de la pantalla aparecerán pestañas de MECs en función de los módulos que tenga el string.

Pantalla Alarmas y eventos

Date	Level	Description	Value	Rated Value
2017-12-19 11:17:22	RECOVERY	UNDERTEMPERATURE DISCHARGING	60.0 °C	15.0 °C
2017-12-19 11:17:20	ALARM	OVERTEMPERATURE DISCHARGING	30.0 °C	10.0 °C
2017-12-19 11:17:18	WARNING	OVERTEMPERATURE DISCHARGING	40.0 °C	27.0 °C
2017-12-19 11:17:18	RECOVERY	OVERTEMPERATURE CHARGING	30.0 °C	25.5 °C
2017-12-19 11:17:18	ALARM	OVERVOLTAGE	100 mV	2100 mV
2017-12-19 11:17:18	WARNING	OVERVOLTAGE	100 mV	3600 mV
2017-12-19 11:17:15	ALARM	Continuous overcurrent in discharge alarm	700 A	15 A
2017-12-19 11:17:08	WARNING	Continuous overcurrent in charge alarm	700 A	7.5 A
2017-12-19 11:17:06	RECOVERY	UNDERTEMPERATURE DISCHARGING	60.0 °C	15.0 °C
2017-12-19 11:17:04	ALARM	OVERTEMPERATURE DISCHARGING	30.0 °C	10.0 °C
2017-12-19 11:17:02	WARNING	OVERTEMPERATURE DISCHARGING	40.0 °C	27.0 °C
2017-12-19 11:17:02	RECOVERY	OVERTEMPERATURE CHARGING	30.0 °C	25.5 °C
2017-12-19 11:17:02	ALARM	OVERVOLTAGE	100 mV	2100 mV
2017-12-19 11:17:02	WARNING	OVERVOLTAGE	100 mV	3600 mV
2017-12-19 11:17:02	ALARM	Continuous overcurrent in discharge alarm	700 A	15 A
2017-12-19 11:16:52	WARNING	Continuous overcurrent in charge alarm	700 A	7.5 A

Esta pantalla será accesible desde cualquiera de las pantallas anteriores.

Para abrirla se pulsará sobre el icono de alarma situado en la cinta de botones superior.

En esta pantalla se podrán visualizar todos los eventos generados dentro del string de manera cronológica, para un posterior análisis de fallos o de uso.

En ella se podrá ver que tipo de evento se ha producido (alarma, disparo, comando...) el si se ha activado/desactivado, la hora en la que se ha producido, y el valor en el el que se ha producido ese cambio si existe un valor relevante asociado al evento.

8.2 Visualización remota

Existe una alternativa para la lectura remota de los datos en la EMS.

9 Comunicaciones

9.1 Introducción

El PCC tiene la capacidad de comunicarse con el exterior, para el intercambio de datos y control del sistema. Se dispone para la misma de los **protocolos CAN y modbus/TCP**.

9.2 Protocolo CAN

Este protocolo, diseñado para la industria de la automoción, tiene como característica su robustez ante ruidos y la capacidad que tiene para detectar errores y fallos en el canal de comunicaciones.

Esta red está físicamente conectada a la EMS, con lo que se dispone de todos los datos generados en la EMS, así como de los datos recibidos por la EMS de cada una de las BMS. En esta red la EMS actúa como esclavo, así que nunca enviará datos a través del canal de comunicaciones si estos no son demandados externamente por un maestro en esta red.

Para la comunicación de un scada o convertidor con el string se requerirá tanto la velocidad de transmisión de datos como el identificador único del equipo. El id del SMB es fijo, concretamente el nodo 2. La velocidad de comunicación establecida es de 500 kbauds. Para la comunicación la EMS tiene ciertas ID reservadas y otras restringidas. El maestro que quiera comunicar con el armario deberá configurar su ID en uno de los valores comprendidos entre el 101 y 106, ambos incluidos.

Entre estos 2 extremos, la comunicación se realizará mediante SDOs (service data objects), es decir, cada vez que el scada o convertidor requiera una información, este solicitará a la EMS el dato concreto, apuntando a la dirección de su diccionario de objetos, de acuerdo a una petición SYNC.

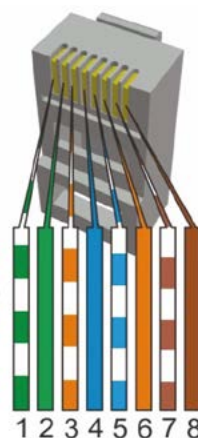
Para la comunicación externa, se dispone de un conector RJ-45. El pinout estándar del cable de conexión se muestra a continuación. En caso de necesitarse, este pinout puede ser variado. Consultar con CEGASA.

Para acceder a los datos, se puede conectar un PC a través del conector CAN de comunicaciones, situado en el módulo de protecciones PCC. La salida del conector se cableará a un adaptador isCAN y la salida del mismo a una entrada USB del PC.

Este software representará las mismas pantallas que se disponen en el display de la raspberry. En caso de requerirse, este software será distribuido siempre por CEGASA

Acceso directo a los drivers para el adaptador CAN

Nota: Sólo puede existir un maestro en comunicación CAN, por lo tanto, si se usa la salida externa para visualizar datos en un PC, la EMS no podrá comunicarse con el convertidor a través de CAN.



PIN	Señal
7	CAN_H
8	CAN_L
3	CAN_GND

Solicitar a CEGASA el protocolo de comunicaciones CAN BUS de salida en caso necesario

9.3 Protocolo Modbus

El protocolo modbus es un protocolo abierto desarrollado para uso industrial. En el caso del eBick, está implementada la versión TCP del mismo. Este tipo de comunicación será cliente servidor, siendo el EMS el servidor de datos.

Para iniciar la comunicación en este modo, se tendrán que configurar los parámetros de dirección IP, máscara de red y gateway, que se tendrán que definir por el administrador de la red para adecuarlos al sistema en el que se vaya a integrar. Para facilitar la integración todos los datos se enviarán como holding register, independientemente de su formato. En el mapa de modbus (solicitar a CEGASA en caso necesario) se indicará como se tienen que interpretar cada una de las direcciones, así como la información contenida en las mismas.

Para realizar la comunicación por modbus se dispone de un conector RJ-45 en la parte trasera del PCM o en el lateral del PCC. Se recomienda el uso de cable CAT5e o superior para la conexión, el cual tiene una longitud máxima teórica de 100m.

9.4 Tipo de datos

Los datos a compartir entre string y el control externo se dividen en cuatro categorías:

- **Comandos:** Ordenes del inversor que realizan cambios en el estado del string
- **Valores de configuración:** Variables que describen el sistema instalado

- **Valores actuales:** Variables analógicas o digitales que describen el estado actual del sistema. Entre ellas se puede encontrar el SoC, lecturas de corriente o notificaciones de alarma
- **Contadores e históricos:** Variables que registran lo ocurrido en el string durante su funcionamiento.

10. Requisitos y recomendaciones de instalación

10.1 Reglamentación aplicable

A continuación, se muestran las normativas a aplicar en este tipo de sistemas.

10.1.1 Normativa en instalación eléctrica

Si el equipo está destinado a unirse a un convertidor, el conjunto formado por el string y convertidor estarán conectados a la instalación eléctrica a modo de receptor y generador. Este conjunto deberá cumplir los requisitos relacionados con estas dos funciones.

Los requisitos para el material son las directivas aplicables específicamente la directiva de BT 2006/95/CE.

Si se utiliza en una red, se trata de un generador para una red, sin límites de tensión.

El conjunto de instalación eléctrica deberá cumplir los requisitos del REBT Reglamento de Baja Tensión y específicamente la ITC BT 40 como generador y ITC BT 19 como receptor.

Para legalizar la instalación debe atenderse a los requisitos de la ITC 03 que requiere proyecto para instalaciones generadoras de >10kW.

DOCUMENTO	TÍTULO
ITC-BT-01	Terminología
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
ITC-BT-03	Instaladores Autorizados
ITC-BT-019	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales
ITC-BT-040	Instalaciones generadoras de baja tensión

El REBT (Reglamento de Baja Tensión) tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Se aplicará a instalaciones que distribuyan energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, cuando el voltaje sea menor de 1500VDC.

10.1.2 Normativa en instalaciones de baterías

La norma UNE-EN 50272-2. Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 2: Baterías estacionarias, contiene requisitos para los aspectos de la seguridad asociados al montaje, uso, inspección, mantenimiento y eliminación.

La norma trata sobre los acumuladores de plomo y los de níquel-cadmio. Sobre el litio ion no hace referencia, en la nueva revisión (todavía en fase de redacción) sí se hace mención a los acumuladores de litio ion estacionarios. Sin embargo, se ha tomado de base esta norma ya que comparten puntos análogos. A continuación, se muestra un resumen de las consideraciones más importantes de la norma en cuestión

Esta norma se aplica a los acumuladores estacionarios y a las instalaciones de baterías con una tensión nominal máxima de 1.500V en corriente continua. Describe las principales medidas para protegerse de los peligros derivados de:

- Electricidad
- Emisión de gas
- Electrolito, en las celdas empleadas en este String
- Protección contra la descarga eléctrica
- Protección contra el contacto directo

Las baterías con una tensión nominal superior a 120V en corriente continua deberán situarse en lugares cerrados de acceso restringido. Las puertas de las salas de las baterías se consideran obstáculos y deberán estar por lo tanto marcados con etiquetas según el apartado 12.1 (“Tensión peligrosa”, “Prohibido fumar entrar con llamas o fuego” y “Sala de acumuladores”).

Si se aplica la protección mediante barreras o cerramiento se deberá alcanzar al menos el grado de protección de la norma EN 60529 IP2X (protegida para cuerpos sólidos de más de 12 mm, al agua sin ensayar). Así, se obtendrá protección contra el contacto indirecto.

También se dispondrá de protección mediante la desconexión automática del suministro, desconexión y separación. Así mismo, la instalación de la batería deberá disponer de dispositivos para su desconexión de todas las líneas de los circuitos de entrada y salida y del potencial de la toma de tierra.

Prevención de cortocircuitos y protección contra otros efectos de la corriente eléctrica

En los sistemas de baterías, además de la descarga eléctrica la corriente puede causar otros peligros. Esto se debe a la posible existencia de un alto flujo de corriente por efecto de un fallo y no es posible eliminar la tensión de los bornes de la batería. Puntos a tener en cuenta en este apartado: cortocircuitos, medidas de protección durante el mantenimiento, corrientes de fugas.

Previsiones contra el peligro de explosión

Las indicaciones de la norma en este punto son para baterías de plomo ácido y níquel cadmio. No se puede tomar los valores a los que hace mención para calcular el caudal necesario de ventilación ni la distancia-volumen mínimo de seguridad ante una posible fuente de ignición.

Hay que tener en cuenta que para clasificar en zonas no sólo se evalúa el funcionamiento normal (situación en la que el material funciona dentro de sus parámetros de diseño) sino también condiciones anormales que pueden dar origen a escapes secundarios que pueden derivar en zona peligrosas si hay fugas de gases significativas. En nuestro caso, el eBick no genera una ATEX alrededor por lo que no aplica la directiva 94/9.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la clasificación de zonas no aplica a sucesos denominados "fallos catastróficos" como pueden ser la rotura de un tanque, tubería o sucesos imprevisibles.

Previsiones contra la peligrosidad del electrolito

Este tipo de celdas no contiene electrolito que pueda ser derramado, está absorbido por el papel separador. Si se sospechara que se puede entrar en contacto con el mismo, se deberán emplear las siguientes protecciones:

- Gafas de protección o máscaras para los ojos y la cara.
- Guantes de protección

En caso de contacto con los ojos se deberá lavar los ojos con abundante agua limpia durante al menos 15 minutos y recibir atención médica inmediata.

En caso de contacto con la piel se deberá lavar la zona afectada con abundante agua o con soluciones acuosas neutralizantes como agua jabonosa. Si la irritación cutánea persiste se deberá recibir atención médica.

Las celdas se manipularán únicamente por personal de CEGASA.

Alojamiento – Cubierta

Las baterías deberán estar cubiertas y en lugares protegidos. Si fuera necesario, se debe disponer de protección eléctrica e incluso acceso restringido.

Se pueden elegir los siguientes tipos de alojamiento:

- Salas especiales para baterías.
- Áreas especialmente separadas con protección eléctrica.
- Strings o cerramientos dentro o fuera de los edificios.
- Compartimentos para las baterías en los aparatos.

Se deberán tener en cuenta los siguientes factores a la hora de seleccionar el alojamiento:

- Protección contra los peligros externos (fuego, agua, choque, vibración...)
- Protección contra los peligros causados por la batería (alta tensión, peligros de explosión, peligros del electrolito...)
- Protección contra el acceso de personal no autorizado.
- Protección contra las influencias ambientales extremas (temperatura, humedad, contaminación del aire...)

Trabajo en las baterías o cerca de ellas

Para posibilitar la inspección, el mantenimiento y la carga de los elementos es necesario un espacio de trabajo adecuado. Para permitir la evacuación de emergencia deberá mantenerse un paso libre en todo momento de al menos 600mm de anchura.

El trabajo sobre las baterías o dentro de la distancia de seguridad de soldadura, taladros o herramientas similares solo deberán ser realizados por personal que haya sido advertido de los posibles peligros. Antes de comenzar el trabajo desconectar la batería, la mezcla de gas inflamable de las baterías deberá ser extraída.

NORMATIVA CONTRA INCENDIOS

Se ha de cumplir con el Real decreto 2267 / 2004; Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio. Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Este reglamento se aplicará, con carácter complementario, a las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

En este sentido, se considera que las disposiciones de la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, y las previstas en las instrucciones técnicas del Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, son de completa aplicación para el cumplimiento de los requisitos de seguridad contra incendios.

Las condiciones indicadas en este reglamento tendrán la condición de mínimo exigible según lo indicado en el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

NORMATIVA DE PROTECCION ANTE EMERGENCIAS

En caso de emergencias la normativa impone ciertas obligaciones al usuario para permitir gestionar este tipo de emergencias.

Se recomienda consultar entre otros:

- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia
- Real Decreto 277/2010, de 2 de noviembre, por el que se regulan las obligaciones de autoprotección exigibles a determinadas actividades, centros o establecimientos para hacer frente a situaciones de emergencia.

NORMATIVA PARA EL USO Y MANTENIMIENTO

Además de la normativa expuesta anteriormente, la normativa para el correcto uso y mantenimiento, es normativa general. Pero se debe destacar la siguiente: REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

10.2 Requisitos ambientales

Parámetros	Especificación técnica	Observaciones
Rango de Temperatura de operación en CARGA (°C)	0°C ~ + 45°C	
Rango de Temperatura de operación en DESCARGA (°C)	-20°C ~ + 45°C	
Humedad (RH%)	5% ≤ RH ≤ 85%	

10.3 Procedimiento de mantenimiento y almacenaje

El cliente es el responsable de cumplir con este procedimiento:

- Chequear mensualmente el voltaje (dentro del rango de la batería) y el estado visual de la envolvente (no golpes, hinchazón o decoloración) y los bornes positivo y negativo del conector de potencia (no oxidación).
- Si la batería permanece parada (cada 3 meses) es obligatorio realizar un proceso de carga de la batería hasta 40 - 60% SoC.

- Se recomienda hacer una carga completa cada 10-15 días para la actualización del SoC por errores de medida.

Recomendaciones de almacenaje:

- No exponer directamente al sol ni a precipitaciones meteorológicas.

Parámetros	Especificación técnica	Observación
SOC de ALMACENAMIENTO RECOMENDADO (%)	40-60%	
RANGO DE TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO (°C)	-20°C ~ + 45°C	
RANGO DE TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO RECOMENDADO (°C)	15°C ~ + 25°C	
Humedad (RH%)	5% ≤ RH ≤ 85%	

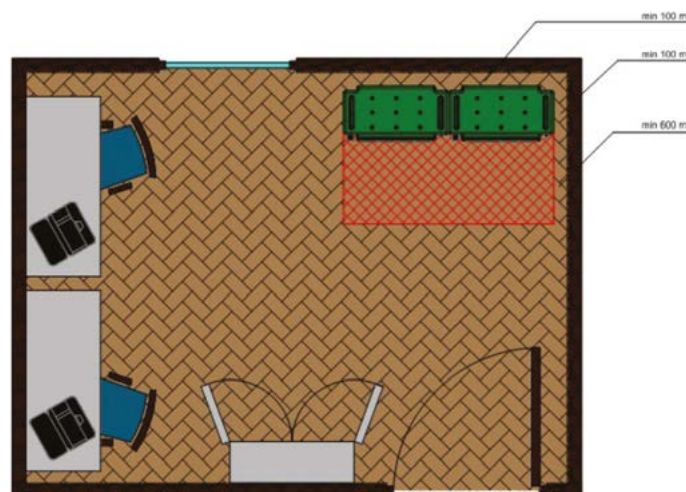
10.4 Layout

Colocar el equipo en una zona plana que soporte el peso especificado.

Desde el punto de vista de accesos al equipo:

- **Acceso frontal** 600 mm
- **Acceso lateral y trasero** Por lo menos 100 mm para circulación de aire
- El peso aproximado de cada modulo de baterías es de 105 Kg. No debe moverse sin herramienta o maquinaria que garantice un transporte seguro.

Para la instalacion, el pallet que contiene los módulos de baterías se acercará lo mas posible al punto final de instalación. Desde ese punto y hasta la zona de instalación, el camino debe tener un suelo nivelado, sin cuestas pronunciadas, escalones, o cualquier otra situacion que imposibilite un transporte seguro de los equipos.



Advertencia: Dado que los módulos se suministran con unos niveles de carga eléctrica necesarios para mantener las propiedades químicas de las baterías, todo el proceso de instalación se realizará con los equipos de protección recomendados.

11.1 Verificación eléctrica y de componentes

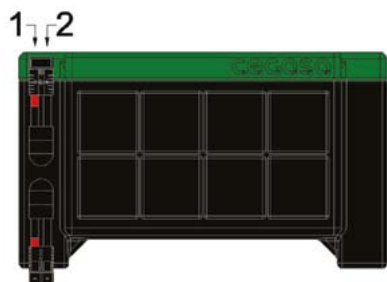
Con la ayuda de un multímetro, verificar la integridad del circuito de potencia, continuidad/ausencia de continuidad (AC) y cortocircuitos según el diagrama adjunto.

Como paso previo a las comprobaciones, asegurarse que no se ha realizado ninguna conexión entre módulos o entre un módulo y el PCM.

- a. **Módulo eBick PRO PARALELO;** Medir tensión DC entre los terminales positivo y negativo en cada uno de los módulos de baterías (puntos 1 y 2). Verificar que la polaridad es correcta y que la tensión está en rango ($\approx 48VDC$)

Una etiqueta roja indica polaridad positiva, mientras que ausencia de etiqueta indica polaridad negativa.

- b. **PCM;** Comprobar continuidad de la rama positiva en PCM (puntos 3 y 4)
- c. **PCM;** Comprobar que el contactor no se encuentra soldado (NO CONTINUIDAD en puntos 5 y 6)
- d. **PCM;** Comprobar aislamiento de tierra de los terminales (En PCM tornillo de tierra con puntos 3, 5 y 6)



eBick - P
TOTAL STRING
VOLTAGE = 48VDC



MCP Front



MCP Back

11.2 Pasos a seguir

Cada módulo de baterías y PCM están precableados, preconfigurados y testeados en fábrica.

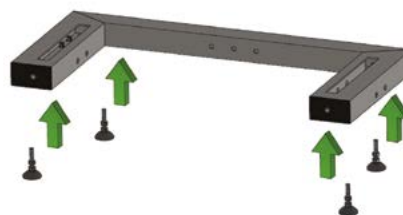
Una vez se recibe y desempaqueta el sistema, el instalador encontrará por string:

- 1 PCM
- Varios módulos de baterías eBick PRO PARALELO
- Uno o varios zócalos
- Un set de pletinas de amarre
- Un juego de extensores de comunicaciones **

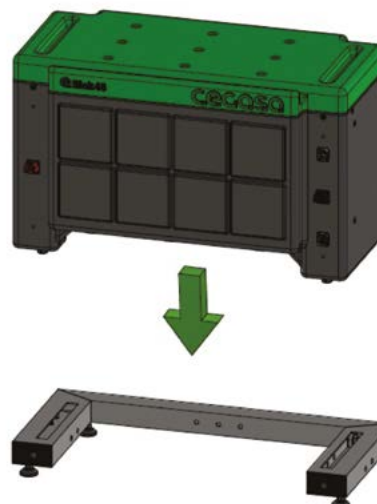
** En caso de que el proyecto tenga más de 4 módulos, estos habrán de distribuirse en varias columnas. El cableado entre columnas de comunicaciones se realizará con estos cables de extensión.

11.2.1 Colocación de los módulos

1. Colocar el zócalo previamente sobre el suelo y nivelar las patas del mismo con el nivel del suelo. Si se requiere afianzar el string al suelo, el zócalo dispone de un espacio donde se pueden instalar escuadras. El sistema eBick está diseñado para ser estacionario, sin posibilidad de movimiento y con su peso distribuido uniformemente.



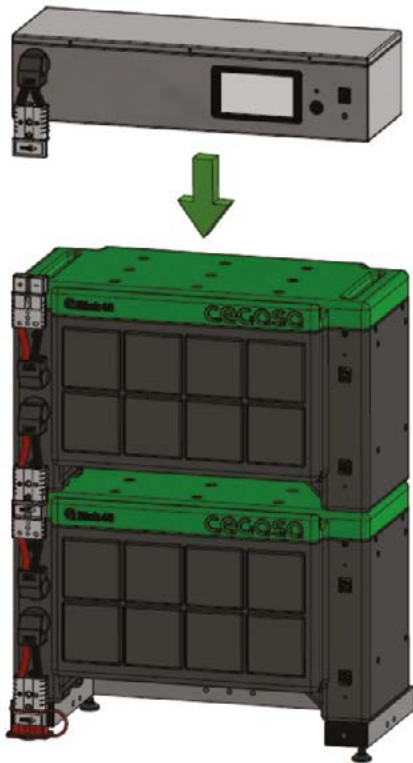
2. Apilar el primer módulo del eBick sobre el zócalo ya nivelado y sujeto al suelo. Cualquiera de los módulos puede ser insertado en cualquier orden en el string, sin que esto afecte a la potencia o las comunicaciones.



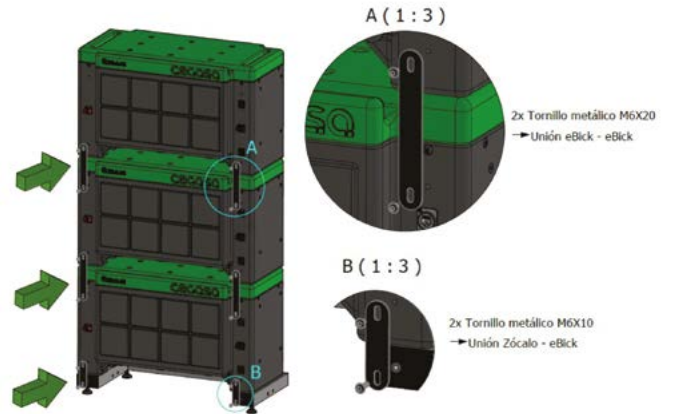
3. Apilar el resto de módulos eBick hasta un máximo de 4 niveles. Sin conectar en potencia ni comunicaciones.



4. Comprobar que el botón ON/OFF de la cara posterior está en posición OFF (Apagado) y colocar el PCM encima del último módulo. Sin conectar en potencia ni comunicaciones.



5. Amarrar con las pletinas de unión todos los módulos eBick entre sí, al zócalo y al PCM por la parte frontal. Nota: La longitud de los tornillos es diferente en el caso de amarrar el PCM (ver figura inferior)

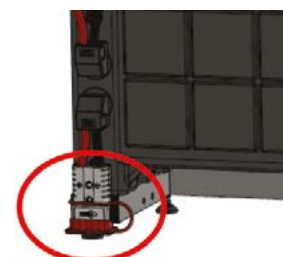


6. **Conexión de comunicaciones entre módulos;** empezando por el PCM realizar las conexiones de comunicaciones entre módulos mediante los conectores de comunicaciones RJ45 MACHO de la parte derecha.



7. Conexión de potencia entre módulos; Asegurarse de utilizar E.P.I.S (guantes y gafas de protección)

- Sin conectar con el PCM (dejarlo hasta el final) ir conectando todos los conectores de potencia entre columnas;
- Proteger el conector de potencia del último módulo eBick que queda al descubierto con la tapa roja protectora suministrada.



- Chequear la polaridad y el voltaje (cerca a 48Vdc) en el conector de potencia inferior al PCM
- Comprobar con el polímetro que no existe continuidad en el conector de potencia del PCM entre el positivo y negativo (no pitido)
- Si todo es OK, proceder a conectar el conector del PCM al conector del BUS DC ya conectado.

IMPORTANTE; En caso de conectar varias TORRES EN PARALELO a un mismo PCM o PCC se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Cada TORRE debe ir conectada en potencia unitariamente a un embarrado de potencia (positivo y negativo).
2. Se recomienda en el positivo del embarrado colocar un fusible de 48Vdc 300A
3. La salida en potencia de este embarrado ira conectada al PCM en potencia (conector REMA 350 GRIS)
4. Los cables de comunicaciones RJ45 SIEMPRE se conectan entre torres desde el conector inferior (del módulo superior de la torre) al conector superior (del módulo superior de la torre); NUNCA ENTRE LOS MODULOS INFERIORES.



Conexión a Tierra

Dado que el sistema puede ser utilizado para alimentar un SAI, la continuidad del servicio es uno de los requisitos del producto. Debido a esto, la batería se distribuye como un sistema IT; ninguno de los terminales de potencia está referenciado a tierra.

Para asegurar la seguridad de las personas, la envolvente del equipo es de material no conductor y ninguno de los terminales de potencia es accesible.

Existe, sin embargo, un tornillo de tierra en el PCM. Este tornillo se usa para eliminar cualquier ruido eléctrico que pueda afectar a la electrónica. Se deberá conectar un cable de sección entre 1 mm² and 2,5 mm² a dicho tornillo de M-5.

Cableado externo

Alimentación. El sistema es autoalimentado, no requiere de conexión a alimentación externa.

Salida de potencia. El acceso para la conexión de los cables de potencia de salida se encuentra en la parte trasera del PCM. Se proveen 2 pasamuros para la conexión del cable de potencia, terminados en tornillo M12, siendo el rojo el terminal positivo de batería y el negro el terminal negativo.



Se recomienda un cable de sección mínima 120mm² con terminal M12 y par de apriete de 12 Nm para asegurar una transferencia correcta de la potencia. Este par disminuirá con el tiempo, provocando en última instancia pequeñas chispas que degraden el material metálico, aumentando la resistencia de contacto.

El plan de mantenimiento debe contener una inspección visual de la interconexión y una comprobación del par de apriete de manera anual.

**Nota: La longitud (resistencia) de los cables de interconexión afecta a la tensión final que detecta la aplicación. Se recomienda instalar la batería lo más cerca posible del elemento que vaya a usarla (inversor, bus dc, ...) y tender los cables evitando curvas pronunciadas y dobleces.*

Para recomendaciones en longitudes, sección y características de cables por favor contacte con CEGASA.

**Nota 2: Si la batería va de conectarse a una red desenergizada, se recomienda realizar esta conexión antes de conectar los módulos de baterías al PCM. Los pasamuros de salida del PCM tienen terminales descubiertos que pueden ser un peligro potencial si los trabajos de interconexión se realizan tras haber conectado las baterías.*

Comunicaciones externas

Hay 2 conectores RJ45 disponibles en la parte trasera del PCM.

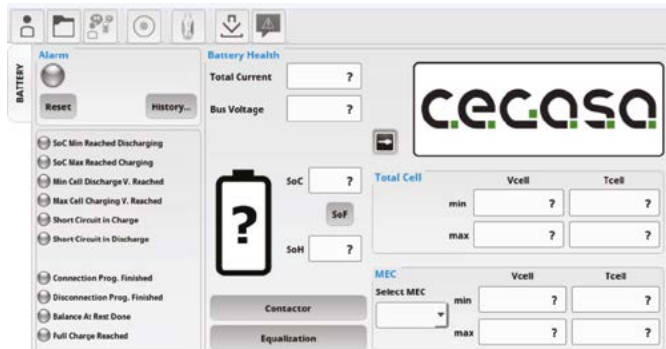
La conexión Modbus/TCP se realiza mediante un cable standard CAT5e (longitud máxima < 100m).

La conexión CAN se realiza mediante un cable ethernet paralelo. El pinout del mismo se describe en la sección 9.2. Para asegurar una correcta comunicación, la longitud de este debe ser menor a 10m.

Configuración de ID

Una vez las baterías han sido instaladas en el sitio, y los cables de potencia y comunicaciones han sido conectados, el PCM se puede encender desde el botón ON/OFF. Durante el primer arranque se debe configurar la disposición de los números de serie de los módulos.

Una vez se arranca el PCM, muestra todos los valores de lectura como “?” hasta que se configura la distribución.



El primer paso del proceso es acceder al sistema como administrador.

El usuario por defecto es **admin** y el password por defecto **cegasa**.

Por favor contacte con su administrador si los datos de acceso se han cambiado.



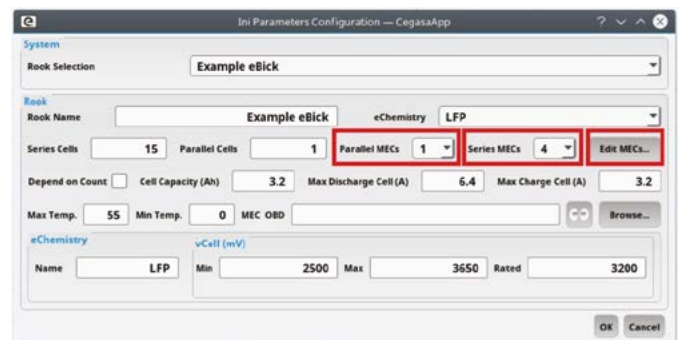
Una vez accedido al sistema, se debe cambiar el archivo ini.



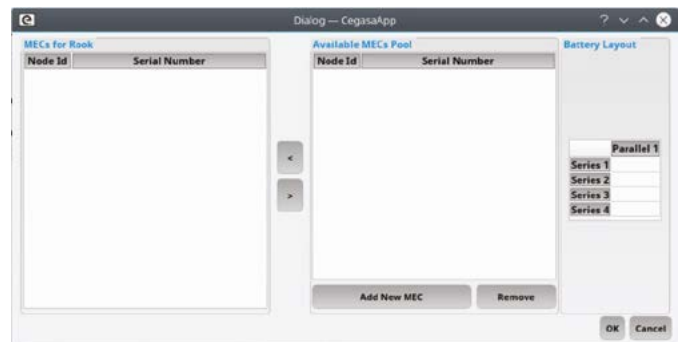
En el pop-up se introducirán el número de módulos en serie y paralelo.

En este ejemplo se tienen 4 módulos para conectar en serie (tensión final de bus de 200Vdc) y un solo string para conectar en el sistema (1 paralelo)

Una vez se han configurado el número de módulos, se tienen que configurar las ID dentro de la pantalla “Edit MECs”.



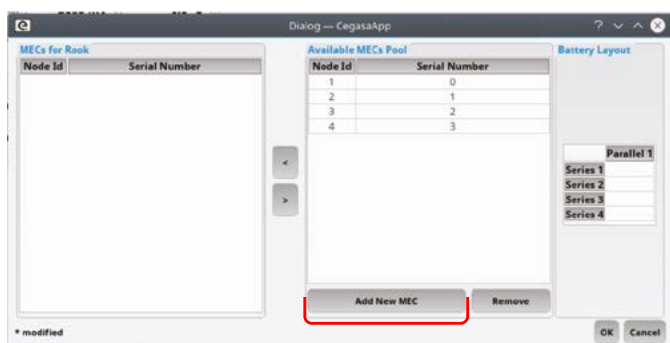
En la siguiente pantalla se muestra lo que se ve durante el primer arranque.



En la zona de la derecha, la tabla battery layout muestra la configuración de series y paralelos que se ha definido en la pantalla anterior.

Durante el primer arranque el software no mostrará ninguno de los módulos. Tienen que ser configurados manualmente.

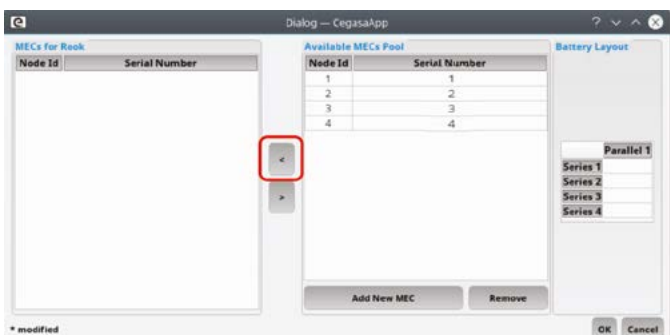
Para hacerlo, se clickará sobre el botón “Add New MEC” tantas veces como módulos de baterías tengamos. En este ejemplo en concreto, 4 veces.



Tras presionar el botón, el software generará módulos de batería que pueden ser configurados, y estos aparecerán dentro de la tabla "Available MECs Pool". Como todavía no han sido configurados, aparecerán con los valores por defecto.

Para cambiar el número de serie y/o ID, tan sólo hay que tocar sobre el que queremos cambiar, aparecerá en pantalla el teclado por software y podremos introducir el nuevo número. Es cuestión de llamar a los módulos igual que su ID, serial number = ID

Una vez se han cambiado los números de serie para reflejar los que se habían anotado, se seleccionará el primero y se presionará en la flecha "<" para que pasen a la tabla "MECs for Rook". Se hará esto mismo con el resto de módulos siguiendo los números de ID.

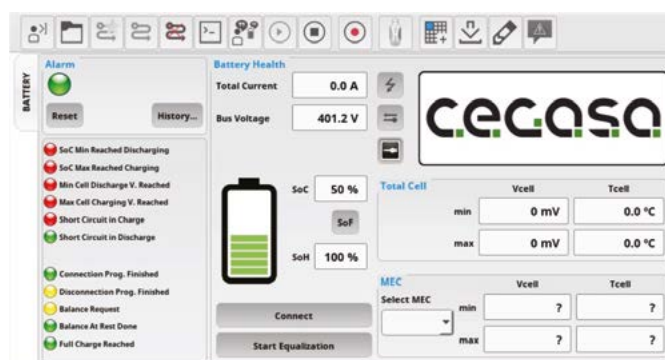


La pantalla muestra ahora una distribución que concuerda con su contrapunto físico.



Tras aceptar los cambios en ambas pantallas de pop-up, aparecerá un aviso, indicando que se han producido cambios, y solicitando permiso para reiniciar.

Tras reiniciarse desde botón ON/OFF, la pantalla mostrará los valores de la batería y la instalación se habrá completado.



12. Requisitos y recomendaciones de transporte

Los módulos de baterías contienen sustancias peligrosas categorizadas como clase 9 por el documento ADR 2013 identificadas por el número UN3481.

-Su envío requiere:

- Envío de los módulos en grupo de embalaje 1, con cajas

homologadas. Se recomienda no deshacerse de las cajas originales de envío.

- Transporte con autorización ADR para mover este tipo de sustancias.

13. Plan de mantenimiento

Dentro del plan de mantenimiento se plantean tres tipos de mantenimiento en función del personal y del tipo de incidencia que pueda ocurrir.

Las actividades que se citan en el presente plan son las mínimas que se consideran imprescindibles para mantener los equipos dentro del periodo de garantía propuesto. Todas ellas deben ser incluidas en el programa de mantenimiento final.

A continuación, se detalla el esquema de mantenimiento necesario para la instalación del sistema de almacenamiento.

13.1 Mantenimiento predictivo

Se propone un primer nivel de mantenimiento que sería realizado por el propio personal del cliente. Para la realización de todas las acciones a continuación expuestas se impartirá la formación necesaria.

Las incidencias que se plantean abordar en este primer nivel son todas de análisis y resolución sencilla, no incluyendo labores programadas de mantenimiento, análisis, ni resolución de averías complejas. Estos dos últimos tipos de intervención serán posteriormente detallados.

A continuación, se propone incluir en este primer nivel de mantenimiento los siguientes tipos de labores:

13.1.1 Verificar voltajes, avisos y alarmas.

IMPORTANTE: Este apartado es necesario realizarlo para instalaciones en las que el string no va a estar operativo durante largos periodos de tiempo.



Objetivo: Con una periodicidad trimestral, monitorea con PC, CAN externo o a través de HMI los valores de tensión ($V_{cellmin} - V_{cellmax}$) de cada módulo y cargue el string hasta el valor de energía deseado en caso de que el valor de $V_{cell min}$ sea igual o menor a 3200 mV. Compruebe el resto de valores, eventos y alarmas para asegurarse de que el equipo está funcionando correctamente.

13.2 Mantenimiento preventivo

Con el objetivo de garantizar la vida útil prevista para el sistema de almacenamiento, es necesario realizar labores de mantenimiento preventivo de manera periódica. El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones y detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Estas intervenciones serían realizadas por personal del cliente o CEGASA, en función del calendario de mantenimiento y con el correspondiente plan de formación. En caso de ser realizado por personal del cliente deberá ser formado y autorizado por CEGASA.

Para maximizar la vida del sistema, se propone **una intervención al año** con las labores posteriormente descritas, aunque el plan de mantenimiento preventivo se podrá coordinar en función de las necesidades del cliente.

Es necesario cumplir con el mantenimiento preventivo propuesto, frecuencia e intervenciones, para poder garantizar el funcionamiento del sistema de almacenamiento.

13.2.1 Calendario de mantenimiento preventivo

En este apartado se enumeran a título indicativo las principales tareas de mantenimiento que se realizarían para cada uno de los componentes principales. Más adelante se detallarán las gamas de mantenimiento (personal necesario, perfil del personal, herramientas necesarias y descripción del mantenimiento a realizar).

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA (mensual)

- Cargar la batería como mínimo una vez al mes ($SoC > 80\%$)
01. Este punto es necesario para cumplir con los requerimientos de garantía.

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA (anual)

01. Comprobar el estado general de los módulos (aparición, fugas, etc.)
02. Verificar la resistencia eléctrica de cada uno de los módulos de batería
03. Comprobar la ausencia de óxido y/o ennegrecimientos debido a arco eléctrico en los terminales de salida del PCC. En caso de existir, cepillarlos con un cepillo de púas metálicas.
04. Comprobar el par de apriete de los terminales de salida del PCC
05. Comprobación visual del estado de los cables de comunicación
06. Comprobar vía HMI que todos los módulos están comunicando con la EMS
07. Testeo de los elementos mecánicos (contactores, relés de repetición)
08. Comprobar entradas y salidas de EMS y BMS
09. Comprobar la calibración y lectura de los sensores de tensión y corriente
10. Toma de datos de eventos y alarmas, y análisis de los mismos. Registro de los contadores internos para la detección de faltas puntuales y recurrentes. Corrección de las mismas.
11. Realización y registro de una carga y descarga controlada. Carga y descarga de la batería a hasta puntos definidos para la corrección del SoC según punto 13.2.2, medida del envejecimiento del string (SoH) y determinación de la vida útil remanente de la batería
12. Verificación de puntos calientes en todo el string mediante cámara termográfica.

13.3 Mantenimiento correctivo

En caso de necesidad de sustituciones planificadas de algún componente, se propondría un plan de actuación conjunto entre CEGASA y cliente. Sería necesaria la planificación con antelación suficiente para organizar tanto la disponibilidad de la instalación como el personal y los equipos necesarios de CEGASA.



Antes de empezar con el mantenimiento preventivo y correctivo es necesario cumplir Consignación Segura de Máquinas e Instalaciones (L.O.T.O.) – APARTADO 2.7

En caso de necesidad de cambio de fusible unipolar del módulo habría que seguir los siguientes pasos:

1. Referencia de fusible unipolar a cambiar:

Código: 576-155.0892.6301

https://www.littelfuse.com/products/fuses/automotive-passenger-car/high-current-fuses/cf8/155_0892_6171.aspx

2. Soltar la tapa del lateral izquierdo del módulo con ayuda de un destornillador plano.
3. Comprobar la NO continuidad entre la entrada y la salida del fusible para asegurar que está dañado
4. Soltar el fusible con ayuda de llave aislada y reservar la tornillería
5. Insertar el nuevo fusible con la tornillería reservada y apretar con par de 12Nm



13.4 Necesidades de mantenimiento

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las necesidades para los diferentes mantenimientos, como son las herramientas, el perfil del operador y tiempo necesario:

MANTENIMIENTO PREDICTIVO (Personal cliente)		
HERRAMIENTAS NECESARIAS	PERFIL OPERARIO	PERIODICIDAD
01. Multímetro	2 operarios del departamento de puesta en servicio de CEGASA con conocimiento de la instalación y comunicaciones CAN	Anual (Jornada de 8 horas)
02. Pinza amperimétrica		
03. Llave dinamométrica		
04. Cámara termográfica	Apoyo de un operario de cliente con conocimiento del SCADA	
05. HMI del equipo o PC con adaptador CAN para visualizar y modificar el estado de la batería		

MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Personal CEGASA)		
HERRAMIENTAS NECESARIAS	PERFIL OPERARIO	PERIODICIDAD
En función de la intervención	En función de la intervención	En función de la intervención



+85 AÑOS DE EXPERIENCIA EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

CEGASA, una marca líder en sistemas de almacenamiento y gestión de energía.

- Especializados en el diseño y desarrollo de soluciones energéticas para los sectores residencial e industrial.
- Expertos en tecnologías de acumulación de energía de última generación basadas en Litio-Ion.
- Fabricantes de sistemas de almacenamiento de energía de Litio-Ion.
- Un equipo motivado y altamente cualificado.
- Vocación por la calidad y el servicio al cliente.
- Laboratorios propios de caracterización de materiales.
- Un grupo empresarial nacional comprometido con la innovación y el desarrollo sostenible.



OFICINA CENTRAL Y FÁBRICA

Parque Tecnológico de Álava
C/ Marie Curie, 1
01510 Miñano // Spain
Tel. +34 945 313 738
www.cegasa.es

SOPORTE TÉCNICO

Support.tech.euro@cegasa.com



Sistema de
Gestión
ISO 9001:2015

www.tuv.com
ID 9105083545