

Directrices para la prueba de Baterías de Aviación de Níquel-Cadmio

Por José F. Mibelli

V1.1–18 de Noviembre del 2014

La información presentada aquí está presentada como una referencia para los usuarios de equipos fabricados por JFM Engineering y no es un sustituto para la información oficial que los fabricantes de Baterías presentan en los CMM (Components Maintenance Manual) individuales o en manuales generales.



JFM Engineering Inc.
8030 NW 67th Street
Miami, Florida USA 33166
+1 305-592-2272
+1 305-599-6893
www.jfmeng.com

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	4
2. Pruebas para Navegabilidad	4
3. Frecuencia de Mantenimiento.....	4
4. Detalles de las Pruebas	5
4.1 Capacidad.....	5
4.2 Aceptación de Carga.....	5
5. La importancia del Nivel del Electrolito	7
5.1 Consumo de Agua.....	7
5.2 Servicio en tierra.....	7
5.3 Conclusión.....	8
6. Datos de las Pruebas.....	9
6.1 Comparación de datos de pruebas	9
6.2 Condición de la batería tal como se recibió	9
6.3 Voltaje de celdas y batería tal como se recibió.....	9
6.4 Prueba de fuga tal como se recibió.....	9
6.5 Desarme total (Overhaul).....	9
6.6 Prueba de Capacidad tal como se recibió	10
6.7 Primera Carga	10
6.8 Nivel de Electrolito	10
6.9 Primera Prueba de Capacidad	10
6.10 Segunda Carga y segunda prueba de Capacidad.....	10
6.11 Ciclos adicionales de descarga y carga requeridos para restaurar el rendimiento de la batería.....	11
6.12 Verificación de torque	11
6.13 Verificación de Válvulas de Venteo.....	11
6.14 Prueba final de fuga.....	11
6.15 Archivo de resultados de las pruebas.....	11
6.16 Ejemplos de gráficas de pruebas de baterías.....	11
7. Almacenamiento de Baterías probadas.....	11
8. Requisitos de equipos.....	12

8.1 Corriente Constante 12

8.2 Parámetros de Prueba programables 12

8.3 Control del Voltaje y límites de Voltaje 12

8.4 Monitoreo de temperatura interna..... 12

8.5 Monitoreo de la temperatura de la Batería 12

8.6 Facilidad de uso..... 12

8.7 Interface a computadoras 13

8.8 Resumen 13

9. Ejemplos de Gráficas..... 14

10. GLOSARIO 19

11. INDICE DE REVISIONES 21

12. Notas 22

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 – Primera Prueba de Capacidad con una celda que falló y varias celdas marginales 14

Figura 2 – Segunda Prueba de Capacidad mostrando un buen recobre de funcionamiento..... 14

Figura 3 – Buen Perfil de Voltaje de Capacidad pero con fallo de una Celda..... 15

Figura 4 – Fallo de Voltaje en la Carga y pequeño aumento en la temperatura 15

Figure 5 – Perfil de Carga y sobrecalentamiento de la batería 16

Figura 6 – Fallos de Capacidad y Carga 16

Figura 7 – Buen Voltaje de Carga y Voltajes de Celdas balanceados 17

Figura 8 – Perfil de Voltaje de Carga y Corriente entregada por el Cargador-Analizador 17

Figura 9 – Primera Prueba de Capacidad con resultado marginal 18

Figura 10 – Segunda Prueba de Capacidad mostrando un buen recobre 18

TABLA DE TABLAS

Tabla 1 – lista de Revisiones 21

1. Introducción

La Prueba de Baterías no debe ser complicada ni difícil.

Es compleja debido a los parámetros exigentes que se tienen que cumplir y por la multiplicidad de las pruebas que tienen que ser efectuadas, pero ciertamente no tiene que ser un proceso complicado.

Con el equipo y metodología adecuados, la prueba de baterías puede hacerse en forma exacta y eficiente. Es decir, que se pueden cumplir los requisitos de los fabricantes de las baterías y a la vez maximizar el uso de equipos y personal.

2. Pruebas para Navegabilidad

Las baterías tienen que ser removidas y probadas para determinar si cumplen con los requisitos establecidos por los fabricantes¹.

En esto, las baterías no difieren del resto de los componentes de la aeronave.

¿Cuál es la importancia?

Las baterías son parte del sistema de emergencia de la aeronave. En caso de un fallo de suministro eléctrico, la batería entra en función para arrancar el APU (Auxiliary Power Unit) o simplemente para alimentar el bus de 28V.

En caso de tal emergencia, se espera que la batería pueda suministrar energía por el tiempo necesario para restaurar la generación de energía o mantener activo lo necesario hasta que la aeronave esté en tierra.

Como ejemplo, notar que el 8 de Enero del 2008 un 747 de Qantas perdió todo el suministro eléctrico mientras estaba en aproximación a Bangkok, Tailandia. La tripulación se vio forzada a usar la batería de reserva para aterrizar la aeronave. El piloto contó con que la batería le daría el suministro de energía necesario. Una batería que ha sido certificada entregará corriente como es necesitada².

En otras situaciones no tan rigurosas, una batería que no ha recibido buen servicio puede resultar en un caso de AOG (aircraft on ground – avión en tierra) que es muy costoso dado que la aeronave no podrá salir con la batería en malas condiciones.

Una de las dificultades con la prueba de baterías es que las baterías son pesadas³ y que pueden estar situadas en lugares donde el acceso es dificultoso y además que baterías de reemplazo tienen que estar disponibles (gasto extra). Todo esto genera oportunidades para resistir el tener que remover las baterías resultando en baterías en malas condiciones por falta de mantenimiento. Esto también genera oportunidades para considerar reemplazar las baterías de Níquel-Cadmio por las de Plomo-Ácido ante la espera de mantenimiento “más fácil”^{4, 5}.

3. Frecuencia de Mantenimiento

La frecuencia de las pruebas de las baterías está normalmente establecida por el fabricante de la aeronave o el fabricante de la batería. Pero, en última instancia, el intervalo entre pruebas está determinado por el resultado de las pruebas, con el agua consumida y el desbalance de las celdas siendo los parámetros dominantes.

Cuando el intervalo es en exceso de lo que debería ser, la consecuencia es que las celdas perderán agua por encima del máximo especificado en el CMM, lo que resulta una degradación de los separadores de las celdas. Para más detalles ver “La Importancia del Nivel del Electrolito” en la sección [5]. Además, las celdas llegarán a un grado de desequilibrio tan alto

¹ Requisitos de los fabricantes de las baterías, del fabricante de la aeronave y/o los fabricantes de los accesorios.

² El fabricante de la aeronave especifica la cantidad de corriente que la batería debe entregar y el tiempo hasta que quede agotada.

³ 27 a 41Kg (60 a 90 libras)

⁴ Notar que “Libre de Mantenimiento” no significa “sin cuidado”

⁵ Notar que las baterías de Plomo-Ácido no tienen la potencia y el aguante que caracteriza las baterías de Níquel-Cadmio. Además, las baterías de Plomo-Ácido pueden dañarse en caso de una descarga total.

que la batería no podrá suministrar la corriente requerida, resultando en una prematura falla de las celdas.

Notar que si es costoso tener que probar baterías, el reemplazo prematuro de celdas lo es mucho más, considerando especialmente el alto costo de un AOG y emergencias en vuelo.

4. Detalles de las Pruebas

Hay dos tipos básicos de pruebas eléctricas que deben aplicarse: Capacidad y Aceptación de Carga.

4.1 Capacidad

Suministro de corriente por un tiempo mínimo

4.1.1. Entrega de Corriente (constante)

4.1.2. Por una hora (típicamente)

4.1.3. El voltaje de la Batería debe permanecer por encima de un valor mínimo

Voltaje de Batería mínimo = Número de Celdas x Voltaje mínimo de Celda

4.1.3.1. Niveles de voltajes de Celdas:

4.1.3.1.1. Mínimo: 1.00V

4.1.3.1.2. Marginal 1.00V to 1.05V

4.1.3.1.3. Aceptable: 1.05V to 1.10V

4.1.3.1.4. Bueno: superior a 1.10V

4.1.3.2. Notar que si el voltaje de una de las celdas cae por debajo del valor mínimo, la batería falla la prueba de capacidad aun si el voltaje terminal es superior al mínimo.

4.2 Aceptación de Carga

Transformación de la corriente suministrada en carga almacenada en las placas.

4.2.1. Voltaje de Celda

4.2.1.1. Bajo condiciones de carga por Corriente Constante⁶

4.2.1.2. El voltaje de las celdas se espera que aumente en forma continua y puede parecer que no haya cambio cuando la celda esté bien cargada⁷.

4.2.1.3. El voltaje de las celdas no puede disminuir⁸.

⁶ Efectuar carga con método que no sea corriente constante puede ocultar fallos de funcionamiento.

⁷ Los voltajes de las celdas siempre están aumentando, aunque con aumentos imperceptibles, pero aumentarán abruptamente cuando las placas de las celdas estén completamente cargadas.

⁸ La caída del voltaje en una celda es indicación de fallo del separador.

- 4.2.1.4. Las celdas deben llegar a un voltaje mínimo de fin de carga:
 - 4.2.1.4.1. Mínimo: 1.50V (1.55V para Saft ULM)
 - 4.2.1.4.2. Típico: de 1.55V a 1.65V
 - 4.2.1.4.3. Máximo: 1.70V/1.75V (1.82V para Saft ULM)

4.2.2. Temperatura de la Batería

La carga de celdas de Níquel-Cadmio es un proceso endotérmico, lo cual significa que bajo condiciones normales, las celdas no tendrán un aumento de temperatura.

Para determinar si hay un aumento apreciable en la temperatura, es muy importante que las pruebas se hagan en un ambiente con temperatura controlada por debajo de los 30°C (86°F).

Es también importante evitar temperaturas de congelación. Se recomienda que la temperatura ambiente sea superior a 5°C (41°F).

- 4.2.2.1. Si las celdas se calentaran durante la carga, podría significar lo siguiente:
 - 4.2.2.1.1. Celda(s) sobrecargada
 - 4.2.2.1.2. Celda(s) cargada a un régimen muy alto para el tipo de celda (A-Hr).
 - 4.2.2.1.3. Celdas pueden tener un nivel bajo de electrolito⁹
 - 4.2.2.1.4. Fallos en el separador de las celdas¹⁰
- 4.2.2.2. Notar que celdas que han estado en uso por mucho tiempo van a tener un pequeño aumento en la temperatura debido a normal aumento de resistencia interna.
- 4.2.2.3. Niveles de aumento en la temperatura:
 - 4.2.2.3.1. Típico: aumento no apreciable (hasta 5°C)
 - 4.2.2.3.2. Aumento apreciable: 5°C a 10°C
 - 4.2.2.3.3. Sobre temperatura: por encima de 10°C

⁹ Demasiada agua se ha perdido

¹⁰ Una celda con fallo en el separador deber ser reemplazada (no hay reparación)

5. La importancia del Nivel del Electrolito

La verificación del nivel del electrolito es una parte integral de la prueba de las Baterías. El no efectuar esta prueba predispones a fallos prematuros de las celdas.

Notar que el nivel del electrolito se puede verificar solamente al final del proceso de carga.

5.1 Consumo de Agua

- 5.1.1. En las celdas de Níquel-Cadmio, el consumo de agua es parte normal del proceso de uso.
- 5.1.2. El agua se consume en vuelo durante el proceso normal de carga.
- 5.1.3. La cantidad de agua es en función de la actividad de la batería.
- 5.1.4. Cuando el agua se consume más allá de los límites dados por el fabricante de la batería, es una indicación de que la batería debe ser revisada con más frecuencia o que hay un problema eléctrico en la aeronave (sobrecarga).
- 5.1.5. Si la batería continua funcionando con niveles de agua por debajo del mínimo, podrá experimentarse un sobrecalentamiento en vuelo lo cual acelerará el deterioro del separador de las celdas que resultará en un fallo eventual de las celdas (thermal runaway).
- 5.1.6. Cuando las celdas se operan con menos del mínimo de electrolito, el área activa de las placas se reduce, lo cual fuerza que la corriente pase por un área menor (alta densidad de corriente) resultando en sobrecalentamiento de celdas individuales o de toda la batería.
- 5.1.7. En casos extremos, esto puede resultar en un evento catastrófico en vuelo (thermal runaway), condición que requiere que la batería sea desconectada del sistema eléctrico. Notar que cuando esto sucede, la batería tiene que ser reemplazada (nuevas celdas o nueva batería).

5.2 Servicio en tierra

- 5.2.1. Cuando las baterías son probadas, agua destilada es agregada al final del proceso de carga y la cantidad es anotada para cada una de las celdas y se verifica que el agua agregada sea inferior al máximo dado en el CMM.
- 5.2.2. En el proceso electroquímico de las celdas, el agua es absorbida en las placas durante la descarga y es liberada durante la carga. Es por esta razón que el único momento en que el nivel del electrolito debe ser medido es al final de la carga (Topping Charge). Típicamente cuando el voltaje de las celdas llegó a 1.60V o más.
- 5.2.3. Si el agua se agrega en otro momento que no sea el final de la carga, se corre el peligro de que se derrame electrolito cuando las celdas lleguen al final de la carga. Cuando el agua se evapora, quedará un residuo conductivo¹¹ depositado sobre las celdas, los bornes y conectores dando una indicación que hubo un sobre llenado.

¹¹ Carbonato de Potasio

- 5.2.4. La excepción a la regla de cuando se puede agregar agua es si una celda desarrolla un voltaje alto (normalmente por encima de 2V) durante la carga. Esta es una indicación de que la celda está “seca”. En este caso, una inyección de 5cc a 20cc resultará en un voltaje normal.
- 5.2.5. También se recomienda inyectar de 5cc a 10cc en cada celda cuando la batería tiene historia de alto consumo de agua o si ha permanecido almacenada por mucho tiempo (meses o años dependiendo de la temperatura ambiente).
- 5.2.6. Un consumo desigual del agua es una indicación de desequilibrio, edad y posible daño.
- 5.2.7. Sobrecalentamiento de la batería durante la prueba de carga puede ser por bajo nivel de electrolito.
- 5.2.8. El CMM de cada batería tiene la información del máximo consumo de agua permisible.
- 5.2.9. Notar que no es necesario reemplazar el electrolito¹² cada vez que la batería es probada. A menos que el electrolito esté contaminado, lo único que hace falta es reponer el agua consumida.
- 5.2.10. Notar también que la concentración del electrolito no es una indicación del estado de la carga. La concentración normal del 30% es simplemente necesaria para tener la conducción eléctrica requerida.
- 5.2.11. Cuando las válvulas de venteo se sacan, es importante asegurar que las celdas estén protegidas de cualquier contaminación que puede haber en el ambiente, tal como polvo u otros elementos.

5.3 Conclusión

- 5.3.1. Es por todas estas razones que la medición y datos de niveles de agua tienen que hacerse para tener un cuadro más completo de la condición de la batería.
- 5.3.2. JFM Engineering ofrece un producto, llamado *MasterFiller*, que simplifica la tarea de ajustar el nivel de electrolito en las celdas.

¹² Hidróxido de Potasio con una concentración del 30%

6. Datos de las Pruebas

El Mantenimiento de registros es una parte muy importante de la prueba de las baterías. Cuando las baterías retornan para ser probadas, es importante revisar los resultados de las pruebas anteriores para determinar lo que pudiera esperarse en la próxima prueba, y así poder analizar los datos y determinar si hubiera fallos inminentes.

Los tipos de datos son:

6.1 Comparación de datos de pruebas

Si la batería recibida fue probada anteriormente, es de utilidad revisar los resultados anteriores para determinar el grado de escrutinio requerido para nuevas pruebas. Si la batería requirió muchos ciclos para restaurar el rendimiento, es posible que vuelva a tener dificultades o que falle completamente. Esta comparación puede evitar pérdida de tiempo al no tener que repetir pruebas que resultarían en fallo de rendimiento.

6.2 Condición de la batería tal como se recibió

Inspección visual de las condiciones físicas de la batería¹³:

- 6.2.1. Integridad de la caja y la tapa (incluyendo tubos de ventilación, manijas, pestillos, etc.)
- 6.2.2. Integridad de los conectores. Buscar contactos quemados o corroídos.
- 6.2.3. Integridad de las conexiones (links), tuercas, arandelas y la rosca en los postes de las celdas. Buscar cobre expuesto (raspaduras y otras interrupciones en el plateado).
- 6.2.4. Evidencia de corrosión
- 6.2.5. Evidencia de pérdida de electrolito (depósitos de hidróxido de potasio y manchas)
- 6.2.6. Evidencia de sobrecalentamiento (olor característico del electrolito cuando ha sido recalentado)¹⁴

6.3 Voltaje de celdas y batería tal como se recibió

El voltaje total de la batería y de las celdas individuales deben ser registrados antes de efectuar pruebas eléctricas (sin corriente).

6.4 Prueba de fuga tal como se recibió

Efectuar pruebas de fuga del terminal positivo a la caja y del terminal negativo a la caja para determinar si hay celdas con rajaduras en el nylon¹⁵. Efectuar también pruebas de fuga en la aislación (ver el CMM para datos específicos).

6.5 Desarme total (Overhaul)

Desarmar la batería completamente en caso de evidencia de pérdidas o derrames de electrolito.

¹³Si hay evidencia de bornes y conexiones con corrosión o dañados, deben ser reemplazados.

¹⁴ Verificar la historia de la batería y rendimiento en la aeronave. Una batería que se sobrecalentó puede haber sido operada con bajo nivel de electrolito afectando los separadores o con regulador de voltaje fuera de ajuste.

¹⁵ Celdas con rajaduras tienen que ser reemplazadas

6.6 Prueba de Capacidad tal como se recibió

Efectuando una prueba de Capacidad da una indicación de cómo la batería se comportó en la aeronave. Eso es, asumiendo que la batería fue retirada inmediatamente (sin consumo adicional apreciable). Esto también pone a la batería en un estado uniforme (descargada) para iniciar las pruebas.

Lo más probable es que esta prueba falle porque raramente una batería llega al taller con la carga completa. Pero si pasa, es una indicación de que la batería está en muy buen estado.

El requisito aquí es determinar el grado de desequilibrio del voltaje de las celdas. Si hay más de 50mV de desequilibrio¹⁶ es necesario descargar a cero cada una de las celdas, usando resistencias (lámparas u otro medio) para preparar las celdas para un comienzo igualado para la próxima carga.

Notar también que aunque las celdas estén bien equilibradas el voltaje final puede ser muy próximo al mínimo (menos de 50mV de reserva). En este caso, hay que descargar a cero todas las celdas y observar después si la reserva de voltaje ha mejorado. De no ser así, las celdas demuestran que han llegado al fin de su vida útil.

6.7 Primera Carga

La primera carga dará pistas del estado de las celdas. Si las celdas se calientan al principio de la carga o si el voltaje sube prematuramente a 2V o más, es posible que las celdas necesiten agua. En este caso, agregar de 5cc a cada celda (o hasta 10cc si es necesario) para remediar esta situación.

A medida que las celdas se cargan, el voltaje estará entre 1.40V y 1.45V durante la carga principal y también en la carga de tope pero eventualmente aumentará y pasará los 1.50V y llegará a los 1.60V (1.65V) al final de la carga.

Si una de las celdas alcanza este voltaje pero luego cae, es una indicación de que hay daño en el separador por lo que hay que reemplazar la celda. Notar que no hay reparación y por más que se siga ejercitando la celda, no habrá mejoría. Es más, en este caso, cuanto más se prueben las celdas peor será el fallo. No queda más remedio que reemplazar celdas.

6.8 Nivel de Electrolito

Al final de la primera carga (en los últimos minutos) el nivel del electrolito deber ser medido y ajustado según sea necesario usando agua destilada de acuerdo a límites dados en el CMM.

6.9 Primera Prueba de Capacidad

La primera prueba de capacidad dará una indicación del estado de la batería. Si pasa la prueba, determinar la reserva de voltaje y el grado de desequilibrio de acuerdo a [6.6]

A continuación, proceder con la recarga o con la descarga total según el resultado.

Si la batería no pasa, este proceso puede ser repetido hasta tres veces para permitir que las celdas recuperen su rendimiento.

6.10 Segunda Carga y segunda prueba de Capacidad

Ver [6.7] para detalles (repetición)

¹⁶ ±25mV

6.11 Ciclos adicionales de descarga y carga requeridos para restaurar el rendimiento de la batería

Cuando la batería no pasa la primera prueba de capacidad (normal), o aparenta no estar cargando correctamente (los voltajes de las celdas tardan en subir, hay mucho desequilibrio en los voltajes de las celdas al final de las pruebas, etc.), ciclos adicionales son necesarios, incluyendo la descarga total (a cero) de todas las celdas.

Si no hay una mejora apreciable después de tres pruebas, esto es indicación que las celdas llegaron al fin de su vida útil y por lo tanto deben reemplazarse¹⁷

6.12 Verificación de torque

Verificar y ajustar el torque de las tuercas (o tornillos) que aseguran las conexiones entre las celdas.

6.13 Verificación de Válvulas de Venteo

Lavar las válvulas de venteo para remover residuos de sales de Carbonato de Potasio y verificar la integridad de los sellos (o-ring).

6.14 Prueba final de fuga

Efectuar pruebas de fuga de los terminales positivo y negativo a la caja.
¡Precaución! No efectuar esta prueba entre los terminales de la batería porque esto destruiría el instrumento de medición.

6.15 Archivo de resultados de las pruebas

Una vez que las pruebas han terminado, es necesario archivar los resultados para que queden disponibles en caso de una necesidad de comparar con pruebas anteriores y en caso de una auditoría.

6.16 Ejemplos de gráficas de pruebas de baterías

Ver el ejemplo de varias pruebas en la sección [9]

7. Almacenamiento de Baterías probadas

Las baterías se descargan con el tiempo¹⁸ por lo tanto es imperativo que sean mantenidas adecuadamente cargadas hasta que tengan que instalarse en la aeronave.

Notar que debido a la auto descarga, después de tres semanas de almacenaje, la batería no puede ponerse en la aeronave sin haber previamente restaurado la carga.

Para almacenaje de corto plazo (menos de tres meses) el uso de cargadores de bajo régimen (Trickle Charger) es adecuado porque el equipo compensa por la auto descarga, pero para períodos largos¹⁹ es necesario restaurar la carga usando Topping Charge, al menos cada tres meses.

Verificar con el fabricante de la batería para recomendaciones de almacenaje.

¹⁷ Los fabricantes de las baterías sugiere reemplazar todas las celdas en caso de que más del 20-25% requieran reemplazo

¹⁸ Agravado por altas temperaturas

¹⁹ Los voltajes de las celdas se desequilibran cuando están sometidas a carga de voltaje constante por períodos largos.

8. Requisitos de equipos

La importancia de la elección del equipo para probar baterías reside en que el equipo debe ser capaz de efectuar pruebas exactamente como es especificado por el fabricante de las baterías.

8.1 Corriente Constante

Los fabricantes de baterías especifican que la carga y descarga sean efectuadas con corriente constante.

Hay muchos métodos para simplemente darle carga a una batería pero se requiere un Cargador-Analizador con corriente constante para verificar que las celdas transforman adecuadamente la corriente aplicada en carga en las placas..

Es igualmente importante el uso de corriente constante para la prueba de Capacidad, en contraposición al uso de métodos pasivos como lámparas incandescentes o resistencias.

8.2 Parámetros de Prueba programables

El Cargador-Analizador tiene que tener flexibilidad de operación para poder probar una gran variedad de baterías con distintos números de celdas y capacidad en A-Hr.

Esto requiere que los parámetros y pasos en las pruebas sean suficientemente programables para satisfacer todo tipo de batería (Níquel-Cadmio, Plomo-Ácido y otros tipos de electroquímica).

8.3 Control del Voltaje y límites de Voltaje

Aunque el método principal para carga y descarga es corriente constante, hay ocasiones donde hay que trabajar con voltaje constante como lo es típico para baterías de Plomo-Ácido.

Además, es necesario poder detectar sobrevoltaje para evitar fallos que pueden ser el resultado de sobrecarga, celdas con bajo nivel de electrolito o demasiada corriente para el tamaño de la batería.

Detectar un voltaje pico es también útil cuando se efectúan cargas aceleradas a $1C^{20}$

8.4 Monitoreo de temperatura interna

Durante la descarga de las baterías hay una gran disipación de calor en el banco de descarga. Si el enfriamiento llegase a ser insuficiente, esto puede dañar el banco de descarga. Por esto, es necesario monitorear la temperatura interna para detener la descarga y evitar daños.

Esto aplica también durante la carga (aunque en menor grado), debido al calentamiento de los transformadores y semiconductores.

8.5 Monitoreo de la temperatura de la Batería

Como se ha dicho anteriormente, las baterías de Níquel-Cadmio no están supuestas a que se calienten durante la carga. De ser así, la carga deber ser detenida para prevenir un sobrecalentamiento catastrófico. Por lo tanto, es una característica importante del Cargador-Analizador medir la temperatura de las baterías y cortar la carga para prevenir mayor daño.

8.6 Facilidad de uso

El Cargador-Analizador, aunque complejo por las funciones que realiza, debe permanecer fácil en el uso. Los controles deben ser intuitivos para permitir una operación eficiente con un mínimo de dificultad y entrenamiento.

²⁰ Transferencia de Main a Topping

8.7 Interface a computadoras

El trabajo de probar baterías no termina cuando el Cargador-Analizador terminó la prueba programada. Como es mencionado en la sección de RECORD KEEPING, los resultados de las pruebas deben ser revisados y analizados antes, durante y después de las pruebas. Este es el trabajo del sistema automatizado de pruebas de baterías.

La tarea de automatización sería incompleta si el Cargador-Analizador no estuviera incluido en el proceso, por ende, la necesidad de conectar con un sistema computarizado para que el funcionamiento del Cargador-Analizador sea también monitoreado.

8.8 Resumen

JFM Engineering ofrece el Super*Master*Charger. Un Cargador-Analizador avanzado diseñado para las necesidades presentes y futuras en las pruebas de baterías de aviación.

JFM Engineering ofrece también el BTAS16, un sistema computarizado diseñado para automatizar el proceso de adquisición de datos de las pruebas de baterías y facilitar en análisis de los resultados.

9. Ejemplos de Gráficas

Ejemplos de resultados de pruebas grabadas por el BTAS16, Sistema Computarizado para la Prueba y Análisis de Baterías.

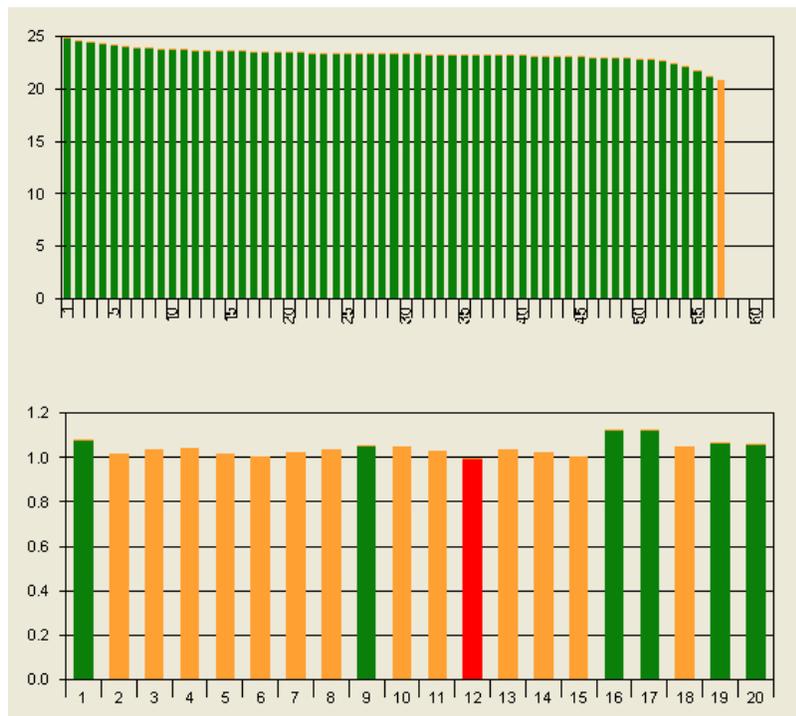


Figura 1 – Primera Prueba de Capacidad con una celda que falló y varias celdas marginales

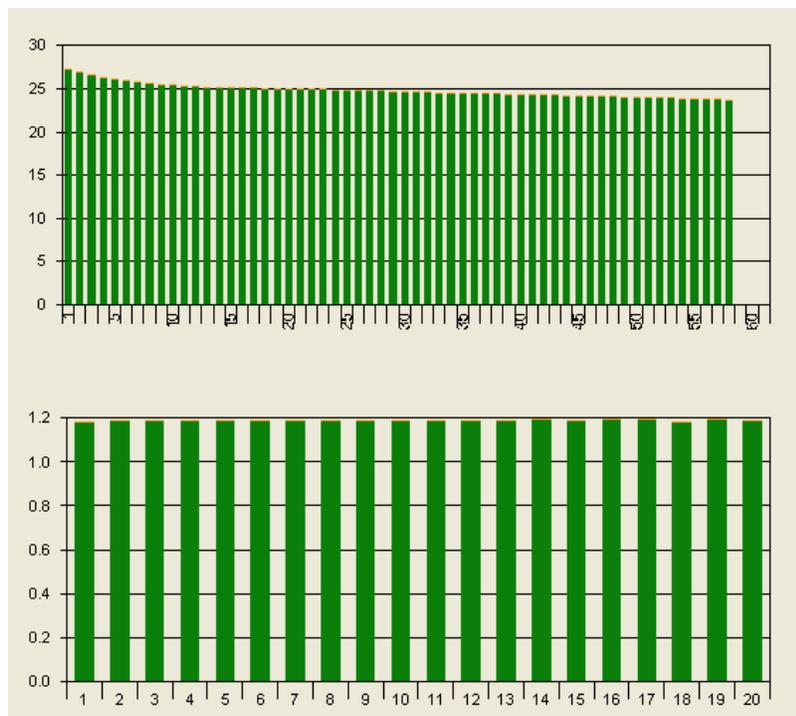


Figura 2 – Segunda Prueba de Capacidad mostrando un buen recobre de funcionamiento

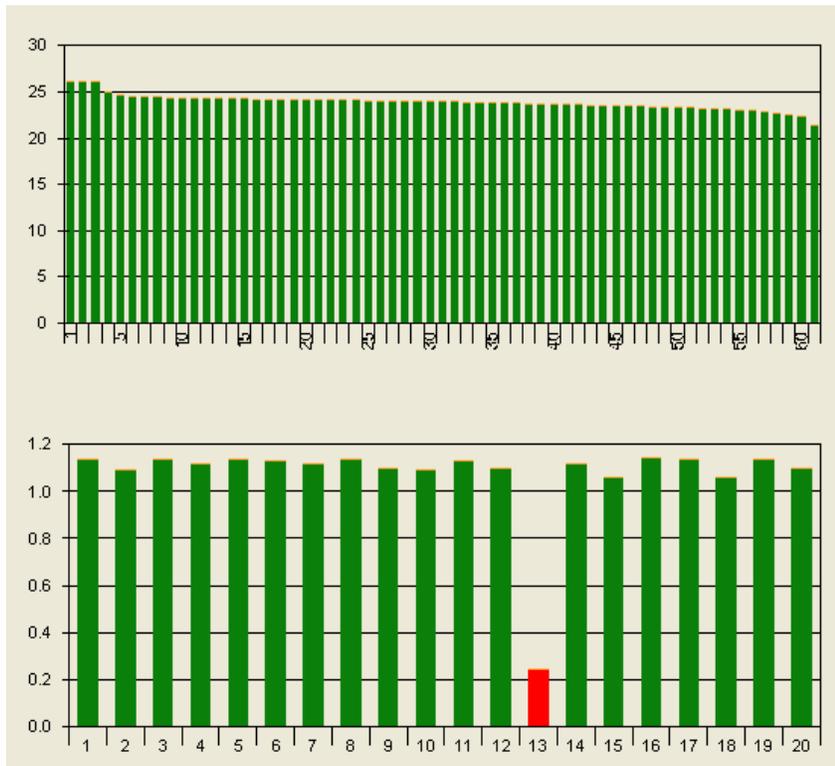


Figura 3 – Buen Perfil de Voltaje de Capacidad pero con fallo de una Celda

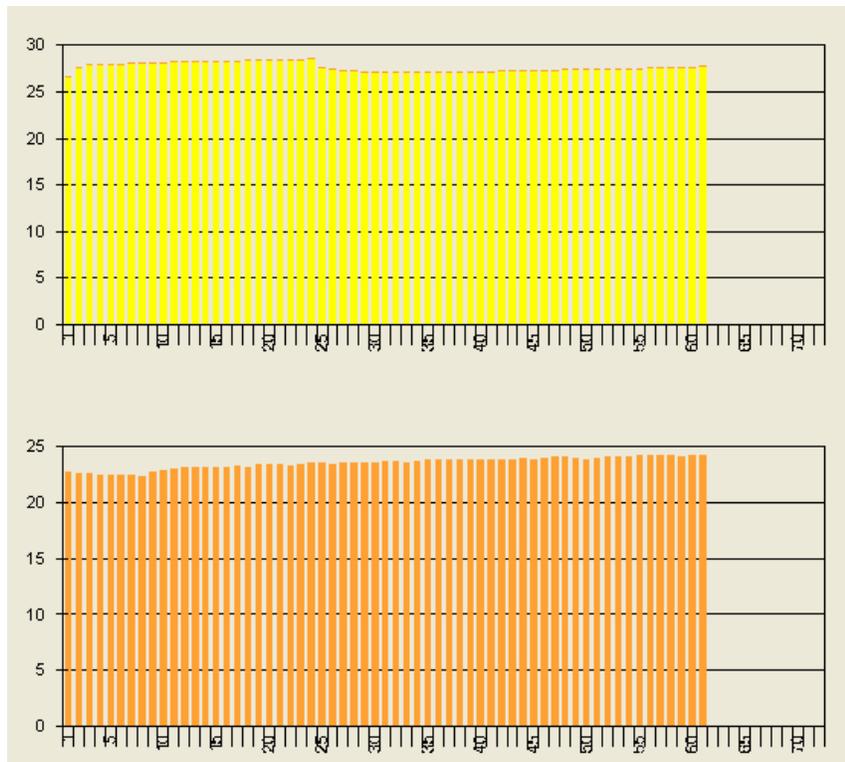


Figura 4 – Fallo de Voltaje en la Carga y pequeño aumento en la temperatura

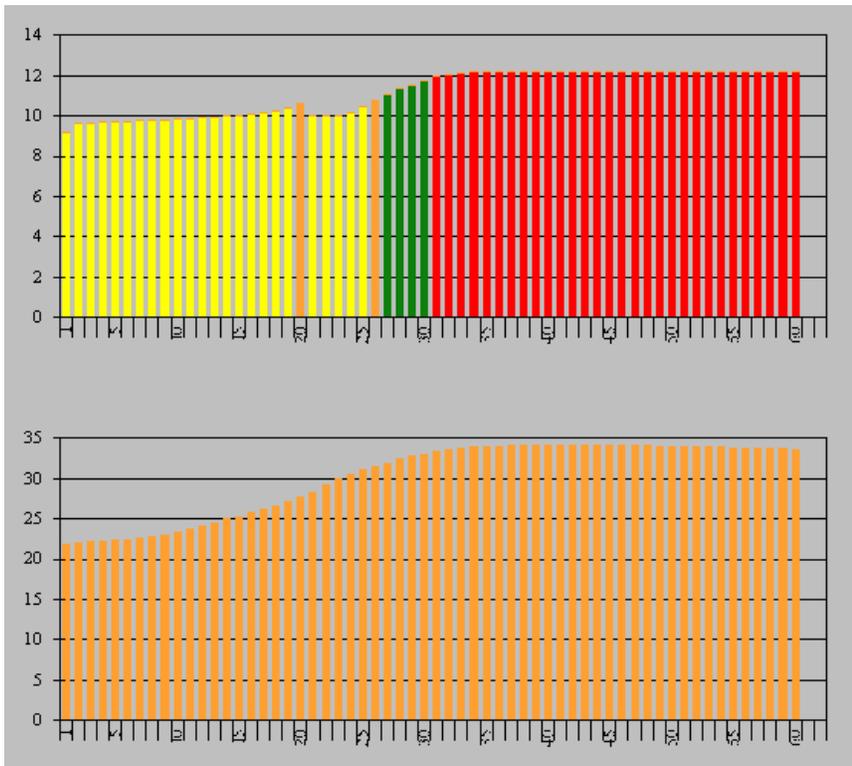


Figure 5 – Perfil de Carga y sobrecalentamiento de la batería

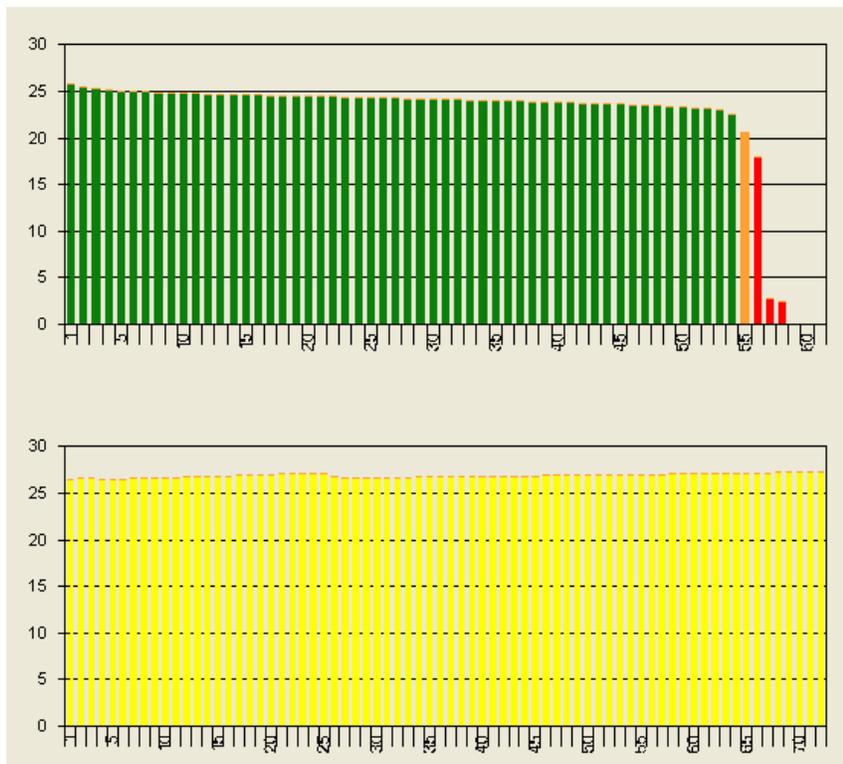


Figura 6 – Fallos de Capacidad y Carga

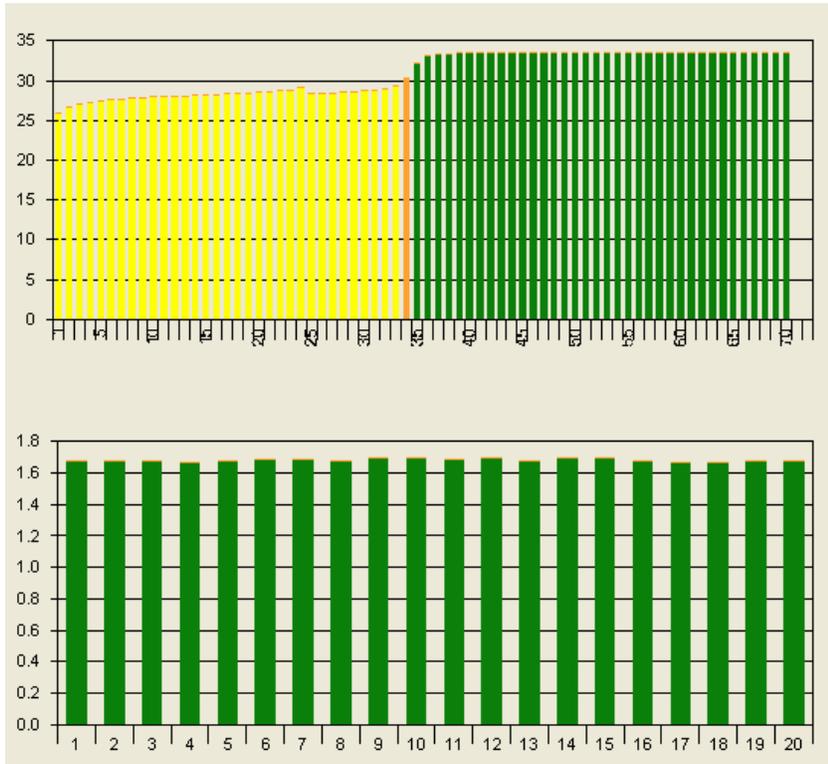


Figura 7 – Buen Voltaje de Carga y Voltajes de Celdas balanceados

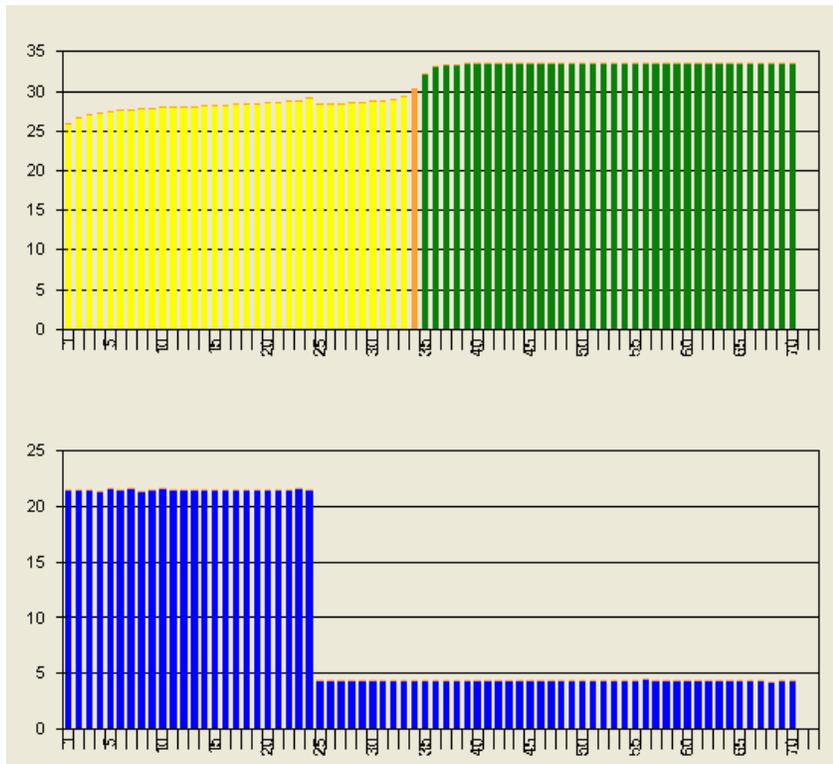


Figura 8 – Perfil de Voltaje de Carga y Corriente entregada por el Cargador-Analizador



Figura 9 – Primera Prueba de Capacidad con resultado marginal

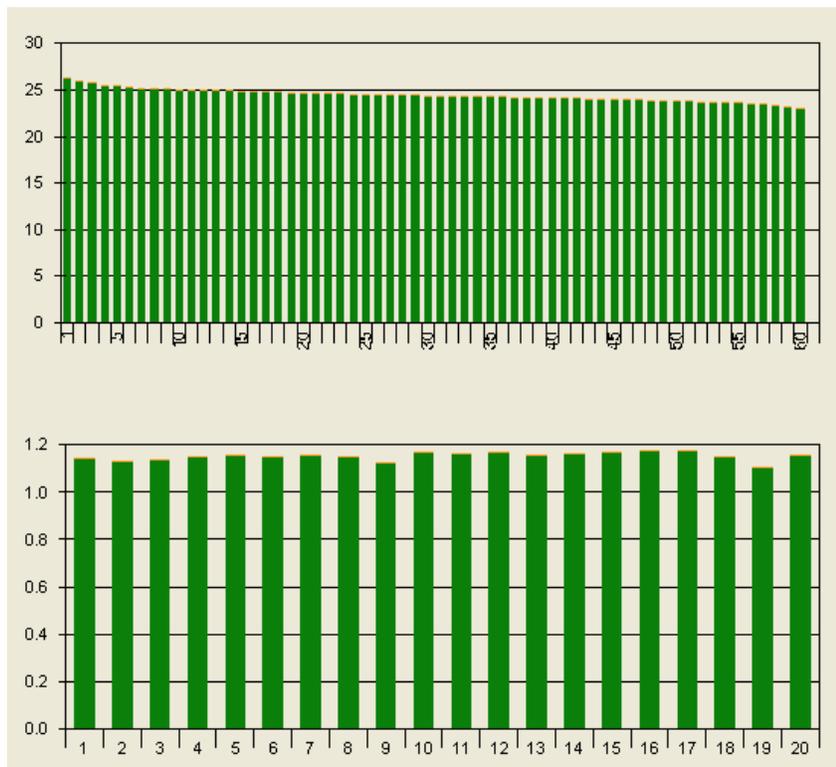


Figura 10 – Segunda Prueba de Capacidad mostrando un buen recobre

10. GLOSARIO

- **Aceptación de Carga:** La capacidad de las celdas de transformar la corriente aplicada en carga en las placas.
- **A-Hr:** Amper-Hora; Describe la capacidad eléctrica de la batería. Una batería de 40 A-Hr puede suministrar 40 Amperes por una hora.
- **BTAS16:** Un sistema computarizado para la prueba de baterías
- **Capacity Test:** Prueba de Capacidad; Prueba para determinar si la batería puede entregar la corriente especificada por el mínimo de tiempo.
- **Carga Principal:** Aplicable a Baterías de Níquel-Cadmio, es la carga a C/2 de corriente que da el 100% de la clasificación en A-Hr.
- **CMM:** Component Maintenance Manual; Información técnica del fabricante para una batería específica.
- **Corriente Constante:** Aplicable a las pruebas de carga y descarga, la corriente permanece constante independiente del voltaje de la batería, temperatura o el voltaje de línea (suministro eléctrico). Este es el método preferido para las baterías de Níquel-Cadmio.
- **C-SCAN:** Terminal de adquisición de datos (parte del BTAS16)
- **Deep Cycle:** Aplicable a Baterías de Níquel-Cadmio, es el proceso de descargar totalmente a cero las celdas. Método utilizado para restaurar el equilibrio de las Celdas.
- **Desequilibrio de Celdas:** La diferencia del voltaje entre las celdas al final de la prueba de Capacidad o al final de la Carga.
- **Full Discharge:** Descarga Total; Descarga a corriente constante sin límite de voltaje. Proceso iniciado por el Cargador-Analizador y terminado con resistencias en cada celda para llevar las celdas a 0V.
- **Manual de Batería:** Información Técnica general publicada por los fabricantes de baterías. Generalmente aplica para un grupo o tipo de baterías. Para información específica ver el CMM.
- **Níquel-Cadmio:** Tipo de batería usada en aviación y otras aplicaciones de alta demanda de corriente.
- **Nivelación de Agua:** El proceso de llevar el electrolito en cada una de las celdas de Níquel-Cadmio al nivel indicado en el CMM, utilizando agua destilada. Notar que esto se puede hacer solamente al final de la carga.
- **Overhaul:** El proceso de desarme total de todas las interconexiones, limpieza/reemplazo de links, tuercas y arandelas, limpieza de todas las celdas, limpieza del interior de la batería y reemplazo de celdas en mal estado. Esto aplica solamente a baterías que están compuestas de una multiplicidad de celdas.
- **Perfil de Prueba de Batería:** Un grupo de parámetros para la prueba de una batería específica (Tiempo, Corriente, Voltaje, etc.)
- **Plomo-Ácido:** Tipo de batería usada en aviación y otras aplicaciones donde la batería es una reserva de energía (comparativamente con menos capacidad de corriente que las de Níquel-Cadmio).
- **Prueba de Nivel de Electrolito:** Aplicado a celdas de Níquel-Cadmio que tienen una válvula de venteo para poder ver el nivel del electrolito.
- **SLA:** Sealed Lead-Acid Battery. Batería de Plomo-Ácido, sellada

- Temp-Plate: Una placa usada para medir la temperatura de las baterías mientras están en carga.
- Thermal Runaway: Condición destructiva en la carga de baterías de Níquel-Cadmio bajo voltaje constante, donde una celda falla y se calienta (con caída del voltaje) que transmite el calor y hace fallar a otras celdas. La caída de voltaje causa un aumento en la entrega de corriente (por parte del generador) que intensifica el calentamiento acelerando el proceso destructivo.
- Trickle Charge: Carga de bajo régimen, usado principalmente para compensar la auto descarga de baterías en almacenamiento.
- Topping Charge: Carga de Tope. Aplicable a baterías de Níquel-Cadmio, es la corriente (C/10) que proporciona un 40% adicional para completar la carga de la batería.
- Voltaje Constante: Aplicable a la prueba de Carga, el voltaje de la batería se mantiene constante a través del proceso de la carga. En este caso, a medida que la batería se carga, el cargador disminuye la corriente para mantener el voltaje al nivel establecido. Este es el método típico para la carga de baterías de Plomo-Ácido. Notar que en la aeronave, el método de carga usado es por voltaje constante, independiente del tipo de baterías que se usen.
- Voltaje de Reserva: La diferencia entre el voltaje al final de la prueba de Capacidad y el voltaje mínimo (aplicable a las celdas individualmente y a la batería en total).
- VRLA: Valve Regulated Lead-Acid Battery; Batería de Plomo- Ácido regulada por válvula

11. INDICE DE REVISIONES

Tabla 1 – lista de Revisiones

REVISION	DATE	NOTES
V1.0	13 de Febrero del 2014	Primera edición
V1.1	18 de Noviembre del 2014	Pequeñas correcciones

12. Notas