

CAPITULO 13

MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

INTRODUCCION La mejor manera de justificar un plan de mantenimiento es recordar el refrán que dice: “mejor es prevenir que curar”. El plan de mantenimiento debe contemplar inspecciones periódicas del sistema, así como el registro e historial de algunas de la mediciones hechas en el mismo. Este plan debe dar prioridad a los componentes más susceptibles de sufrir deterioro. La frecuencia de las inspecciones estará dictada por las condiciones de uso, la edad del sistema, los problemas potenciales que se hayan identificado, o por situaciones fortuitas (tormentas o períodos de baja insolación).

INSPECCION VISUAL DEL SISTEMA La inspección visual es la más fácil de llevar a cabo. Si se realiza en forma detallada podrá detectarse la detereorización prematura de los componentes expuestos a los rigores del clima (temperatura, radiación ultra-violeta, lluvia, granizo, etc.), el ataque de los roedores, la oxidación o el aflojamiento de la tornillería usada para conectar cables o amarrar sostenes. Si el sistema tiene algún tipo de medidor (voltímetro, amperímetro o medidor de Ah) o simplemente luces indicadoras, la inspección visual de los mismos dará una rápida evaluación dinámica del sistema.

INSPECCION VISUAL DE LAS BATERIAS En el caso del banco de baterías la inspección visual deberá determinar si hay pérdidas excesivas del electrolito. Estas se manifiestan como depósitos en el contacto positivo, residuos ácidos en las bandejas plásticas o en el deterioro de la base de sostén. Dos veces al mes las baterías deberán ser agitadas, *con suavidad*, para evitar la estratificación del electrolito.

DENSIDAD DEL ELECTROLITO Una vez por mes, o con mayor frecuencia si se nota algún problema, deberá medirse la densidad del electrolito (*specific gravity*, en inglés) **en cada una de las celdas** que componen el banco de baterías y archivar los resultados. La comparación de los resultados con medidas hechas con anterioridad permitirá detectar el comienzo de problemas en una determinada celda. Bruscas variaciones en la densidad o el nivel del electrolito, ayudan a determinar el envejecimiento de una batería de Pb-ácido o **el uso incorrecto** del sistema fotovoltaico.

NORMAS DE SEGURIDAD Por último, es importante que las tareas de inspección sean hechas teniendo en consideración la seguridad de quien las lleva a cabo. Al respecto debe recordarse que las herramientas a usarse (pinzas, destornilladores, etc.) pueden, accidentalmente, producir un cortocircuito de batería al tocar el terminal opuesto. Para minimizar esta posibilidad se recomienda cubrir con cinta aisladora las superficies metálicas que no son utilizadas.

CAPITULO 13- MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

NORMAS DE SEGURIDAD

Evite usar anillos, cadenas de oro o un reloj pulsera con malla metálica mientras trabaja con las baterías. Recuerde que el voltaje de salida de un inversor puede causar la muerte por electrocución. Aún los voltajes más bajos de CC pueden sostener corrientes en el cuerpo humano como para causar problemas. A veces la reacción incontrolada que provoca un cortocircuito inesperado puede causar un accidente imprevisible. Utilice guantes, botas y delantal de goma al trabajar con baterías de Pb-ácido. Mantenga a mano una abundante cantidad de bicarbonato de soda para neutralizar el ácido del electrolito y de agua para enjuagarse.

ORGANIZANDO EL REGISTRO DE MEDIDAS

La mejor manera de organizar el registro de los valores de la densidad del electrolito es usar una combinación de dos números (o un número y una letra), para identificar cada celda y su correspondiente batería. Por ejemplo, las combinaciones 1-3 o 1-C, identificarán la tercera celda de la batería número 1. Un esquema del banco de baterías, conteniendo esta información, le permitirá asociar la locación de cada batería y la de cada celda dentro de la misma.

DENSIMETRO

La medición de la densidad del electrolito en una celda se lleva a cabo con un densímetro (*hydrometer*, en inglés). La Figura 13.1 ilustra este aparato de medida.

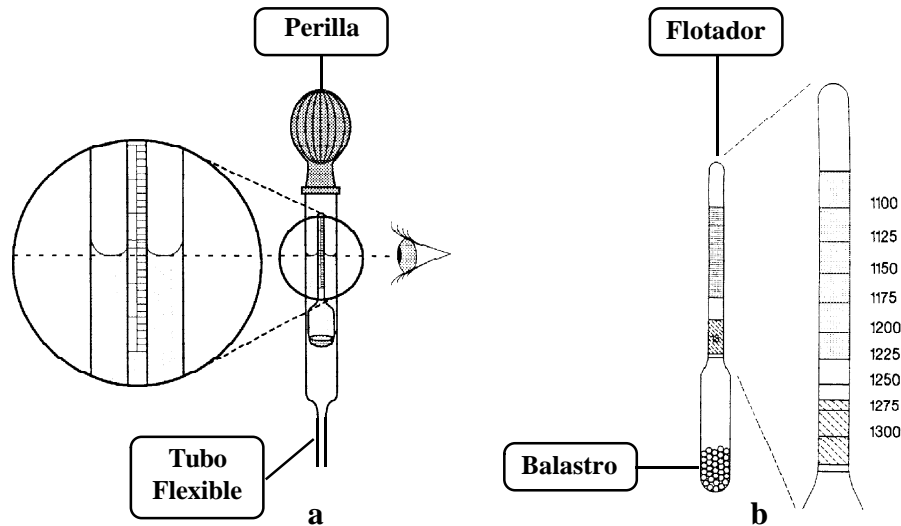


Fig. 13.1- Densímetro para Baterías de Pb-ácido

El bulbo del flotador tiene un balastro de peso fijo, el que termina en un tubo que tiene impresa una escala (Figura 13.1b). El flotador está colocado dentro de un tubo de vidrio de mayor diámetro. Uno de sus extremos tiene una perilla de goma; el opuesto un tubo flexible del mismo material, de diámetro reducido, el que puede introducirse dentro de la celda a medir (Figura 13.1a). Oprimiendo la perilla de goma se desplaza el aire dentro de la misma, produciéndose un vacío que permite llenar el tubo de prueba con electrolito de la celda cuando ésta se infla nuevamente. Dependiendo de la densidad del electrolito, la sección de la escala que emerge de la superficie del líquido tendrá una longitud variable. La lectura de la escala debe hacerse como lo ilustra la Figura 13.1a, tomando en consideración el nivel del líquido en la parte media, lo que permite determinar el valor de la densidad del electrolito con un mínimo de error.

CAPITULO 13- MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

NOTAS DE MEDICION

La escala del flotador sólo es válida para una temperatura del electrolito cercana a los 27°C. Para otros valores de temperatura se necesita corregir los valores leídos, como se verá más adelante. La medición de la densidad debe hacerse con una batería en reposo, sin llenar excesivamente el tubo de prueba, lo que evitaría la libre flotación del bulbo de medida. Para equilibrar la temperatura del densímetro, al medir la primer celda (densímetro frío), es conveniente llenar y vaciar el tubo de prueba, lentamente, unas tres veces. Para evitar que el flotador se adhiera a la pared del tubo de prueba golpee suavemente la pared exterior del densímetro con los dedos.

PRECAUCION

Algunos densímetros de bajo precio sólo tienen marcadas tres zonas, usando tres coloraciones y designaciones: roja (batería descargada), amarilla (batería cargada parcialmente) y verde (batería con carga total). Estos valores son válidos para medir el electrolito de la batería de un automotor y no las de ciclo profundo. Asegúrese que existe una escala numérica para evaluar correctamente la densidad del electrolito.

LECTURA DE LA ESCALA

La escala tiene graduaciones con valores entre 1,000 y 1,300. Estos valores representan el número de veces que la densidad del electrolito supera la del mismo volumen de agua. Para facilitar la impresión, la escala no muestra la coma decimal. Un valor de densidad 1,200 veces mayor que la del agua aparece como 1200. Esta manera de presentar las cantidades, por consistencia, continúa al darse los valores de corrección por temperatura, de manera que el valor +0,020 aparece como +0020.

La Tabla 13.2 proporciona los valores de corrección para temperaturas del electrolito entre +54 y -12°C. Observe que el signo de la corrección cambia con la temperatura.

TABLA DE CORRECCION

TABLA 13.2

Temperatura Grados C	Corrección Grados C		Temperatura Grados C	Corrección Grados C
54	+0020		16	-0008
49	+0016		10	-0012
43	+0012		4,5	-0016
38	+0008		-1,1	-0020
32	+0004		-7	-0024
21	-0004		-12	-0028

27°C 0000

CAPITULO 13- MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

ESTADO DE CARGA El valor corregido de la densidad permite determinar el estado de carga de la batería de Pb-ácido (Capítulo 5). La Tabla 13.3 muestra la relación entre la densidad del electrolito y su estado de carga.

TABLA 13.3

Porcentaje de Carga	Densidad del Electrolito	Voltaje(bat.12V)
100 %	1260	12,60 (o mayor)
75 %	1220	12,36
50%	1185	12,18
25%	1150	11,94
Descargada	1120	11,85 (o menor)

VARIACIONES DE DENSIDAD Cuando la batería ha sido cargada, el valor de la densidad del electrolito no debe diferir más de 0020 entre celdas. Si la densidad de una celda, respecto al resto de ellas en una batería, está 0020 o más unidades por debajo, ésta debe considerarse con problema. Controle el nivel del electrolito y su densidad con mayor frecuencia.

EJEMPLO Para practicar con el uso de las tablas, asumiremos que la densidad leída en el flotador es de 1240. La temperatura del electrolito es de 38°C. Usando la Tabla 13.2 calculamos una corrección de +0008. La densidad del electrolito es de 1248. El estado de carga de la batería es del 80% del máximo. Para llegar a este valor se calcula la parte proporcional que corresponde a un cambio de 8 unidades en 40 (75 al 100%).

NIVEL DEL ELECTROLITO Para saber el nivel correcto del electrolito en una celda debe obtenerse la recomendación del fabricante. Si no puede obtenerla llene la celda con *agua destilada* solamente, pero deje suficiente separación (2cm mínimo) entre el borde superior donde va el tapón y la superficie del electrolito. Una excesiva cantidad de electrolito acelera su expulsión al exterior, lo que se traduce en una pérdida del ácido. Al agregar agua destilada la densidad del electrolito cambia, de manera que es aconsejable dejar pasar un período de carga antes de volver a medir la densidad. Vigile la velocidad de pérdida del electrolito. Si todas las baterías bajan rápidamente el nivel del electrolito, el sistema de carga está forzando una gasificación excesiva.

PRECAUCION **NUNCA** agregue productos que prometen la restauración instantánea de una celda.

MEDICIONES ELECTRICAS Desde el comienzo del proceso de instalación, y continuando más tarde con el servicio de mantenimiento, se requiere el uso de instrumentos eléctricos de medida que nos permitan conocer los voltajes y corrientes en el sistema, o determinar si una conexión está abierta o cerrada. Estos instrumentos se conocen, respectivamente, con el nombre de voltímetro, amperímetro y medidor de continuidad. Es recomendable la incorporación, en forma permanente, de un voltímetro y un amperímetro en el sistema, pues sus lecturas facilitan la evaluación rápida y dinámica del funcionamiento del mismo. Sin embargo, durante la instalación y el mantenimiento es imprescindible efectuar mediciones en diversos puntos del sistema.

CAPITULO 13- MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

**PORTABILIDAD:
EL
MULTITESTER** Para poder brindar portabilidad y simplicidad al proceso de medición se ofrecen instrumentos versátiles que pueden ser convertidos de un tipo a otro actuando sobre una llave selectora. Estos instrumentos reciben el nombre de multitester.

**ANALOGICO
Y
DIGITAL** Existen en la actualidad dos tipos de multi-testers: el analógico, o instrumento de aguja, y el digital. ¿Cuál es el mejor? La respuesta no es tan simple, pues la versión analógica tiene, a veces, ventajas sobre la digital y viceversa. Desde el punto de vista práctico, si el lector no tiene familiaridad con el procedimiento de medida, la versión digital de mayor costo suele brindar más flexibilidad y protección cuando se cometen errores de medición, como se verá más adelante. Sin embargo *ninguna de las versiones* es completamente inmune a todos los errores que pueden cometerse. Hasta que se adquiera familiaridad, deberá verificarse que la selección elejida es la correcta antes de efectuar la medida. Como se dice en los EEUU: “mida varias veces, corte sólo una vez”.

DESCRIPCION El multi-tester típico, independientemente del tipo, tiene dos voltímetros, un amperímetro y un medidor de resistencias. Uno de los voltímetros es para CC; el otro para CA. El amperímetro es sólo para CC. Para cada instrumental se ofrecen varios rangos máximos de medición. El multi-tester tiene dos cables de medida, los que suelen tener pinzas cocodrilo en un extremo, proporcionando un amarre mecánico al punto de medida. Estos cables de medición tiene dos colores: rojo (positivo) y negro (negativo), los que deben ser insertados en los bornes de entrada que tienen la misma polaridad. En algunos modelos, para medir altos voltajes o corrientes se necesita cambiar la llave selectora y el terminal de entrada donde se conecta el cable positivo. Al final de este capítulo se ilustran dos modelos, uno digital, el otro analógico, de los que se dan las especificaciones más relevantes.

NOTAS Los multi-testers digitales de mayor precio pueden seleccionar, automáticamente, el rango y la polaridad, lo que simplifica la medición de voltajes y corrientes en circuitos de CC. Existen modelos analógicos que seleccionan el rango en forma automática, pero no la polaridad. Es común que las versiones más costosas (analógicas o digitales) incorporen “extras”, como un rango especial para medir baterías de bajo voltaje, evaluar diodos o, en el caso de los digitales, una señal auditiva que se activa si el circuito bajo medida tiene continuidad.

PRECISION La mayoría de las medidas a efectuarse en un sistema FV no requieren una alta precisión. La única excepción la constituye la medida del voltaje de batería si quiere determinarse su estado de carga. Como es más recomendable la medición de la densidad del electrolito, la precisión para el resto de las mediciones no necesita ser muy alta.

**SELECCION
DE
MODELOS** Si se elije un instrumento digital puede elejirse un modelo de “2½ dígitos”. Esta nomenclatura expresa que el último dígito (el de la derecha) es un valor aproximado. Si se elije un instrumento a aguja se recomienda uno que tenga un voltímetro para CC con más de $10K\Omega/V$. Cuanto más alto es este valor, menos se altera el circuito a medir (mayor resistencia interna).

CAPITULO 13- MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FVs

- SELECCION DE MODELOS** Al respecto, un buen instrumento de aguja tiene entre 20 y 100K Ω /V, mientras que uno digital tiene 1M Ω /V como mínimo. La cantidad de Ω /V del voltímetro de CA en la versión analógica se reduce drásticamente debido a la necesidad de convertir el voltaje de CA en otro de CC para hacer la medición. Esto significa que voltajes de CA de bajo valor se verán afectados por un mayor error que los del mismo valor en CC. Los voltímetros de CA, en las dos versiones, sólo pueden medir con precisión voltajes con forma de onda sinusoidal. El alto costo de un “verdadero” voltímetro de CA, que tome en consideración las armónicas de un voltaje no-sinusoidal (Apéndice I) no se justifica para nuestra aplicación.
- NOTA** Los amperímetros para CC analógicos alteran menos el circuito que los digitales (resistencia interna más baja), pero esta diferencia disminuye cuanto mayor es el valor de la corriente a medirse.
- OHMETRO** La medición de resistencias de muy bajo o muy alto valor es pobre en las dos versiones. Si el óhmetro se utiliza para seleccionar o medir resistores en un circuito, una precisión del 5% suele ser satisfactoria.
- OHMETRO: ESCALA** La escala de un óhmetro analógico tiene el cero a la derecha, ya que la deflección angular del instrumento a aguja responde al valor de la corriente que lo atraviesa. Si ésta alcanza el máximo tolerado por el instrumento, a ese valor se le asigna el valor de resistencia nula. Como este valor es arbitrario, y varía al variar el voltaje de la pila(s) que alimenta al circuito, se requiere un “ajuste del cero” antes de efectuarse una medición. Este se lleva a cabo cortocircuitando las puntas de los cables de medición y variando una resistencia (ajuste de cero), la que restablece el valor de la máxima corriente en el instrumento. Si ahora se incorpora una resistencia de valor desconocido, la corriente disminuye y, por ende, la deflección de la aguja. La posición de ésta corresponderá a un valor marcado en la escala de resistencias. El valor leído debe ser multiplicado por el múltiplo de 10 correspondiente a ese rango.
- MEDIDOR DE CONTINUIDAD ANALOGICO** Para convertir al óhmetro en un medidor de continuidad se debe elegir la escala de resistencias más baja y, como siempre, verificar el cero de la escala. Si al medir la resistencia entre dos puntos la aguja indica un valor de resistencia nulo (máxima deflección angular) existe continuidad entre los dos puntos medidos. Si la aguja no se mueve, el circuito está abierto.
- MEDICIONES** Para medir un voltaje entre dos puntos de un circuito, el voltímetro se conecta *en paralelo*. Para medir la corriente que circula entre dos puntos de un circuito, el amperímetro se conecta *en serie*. Estas dos situaciones son ilustradas en la Figura 13.4.

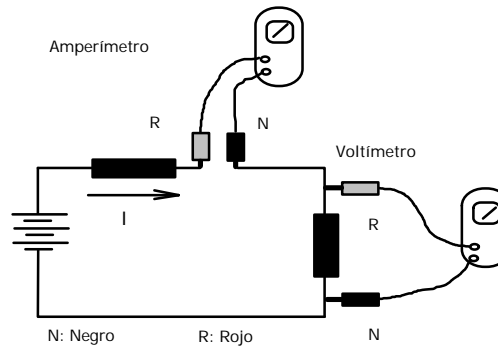


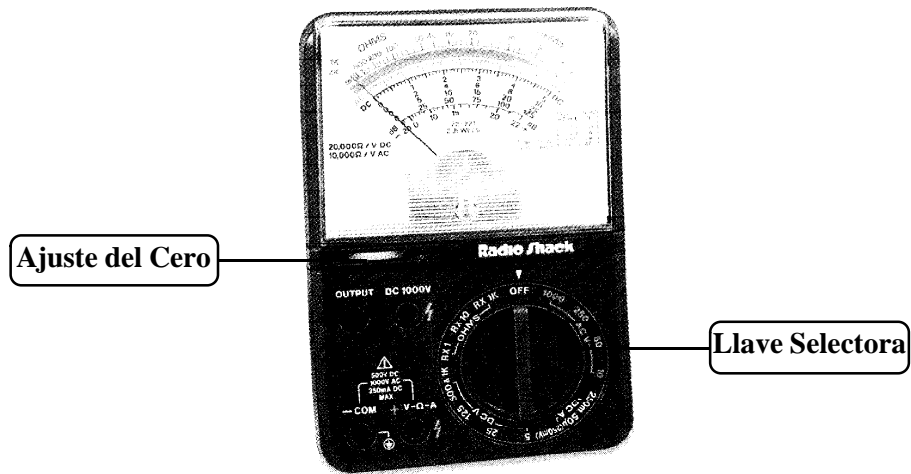
Fig. 13.4- Mediciones de Voltaje y Amperaje

NOTA

Si el circuito es de CC, y se usa un multi-tester analógico, deberá observarse, en ambos casos, la polaridad de los puntos a medir y seleccionarse, previo a su conexión, el rango máximo a usarse para no dañar al instrumento. Si se usa un instrumento digital con selección automática esta precaución no es necesaria, ya que el instrumento mostrará el valor medido, precedido del signo negativo si la polaridad no es la correcta.

MULTI-TESTER ANALOGICO

Radio Shack



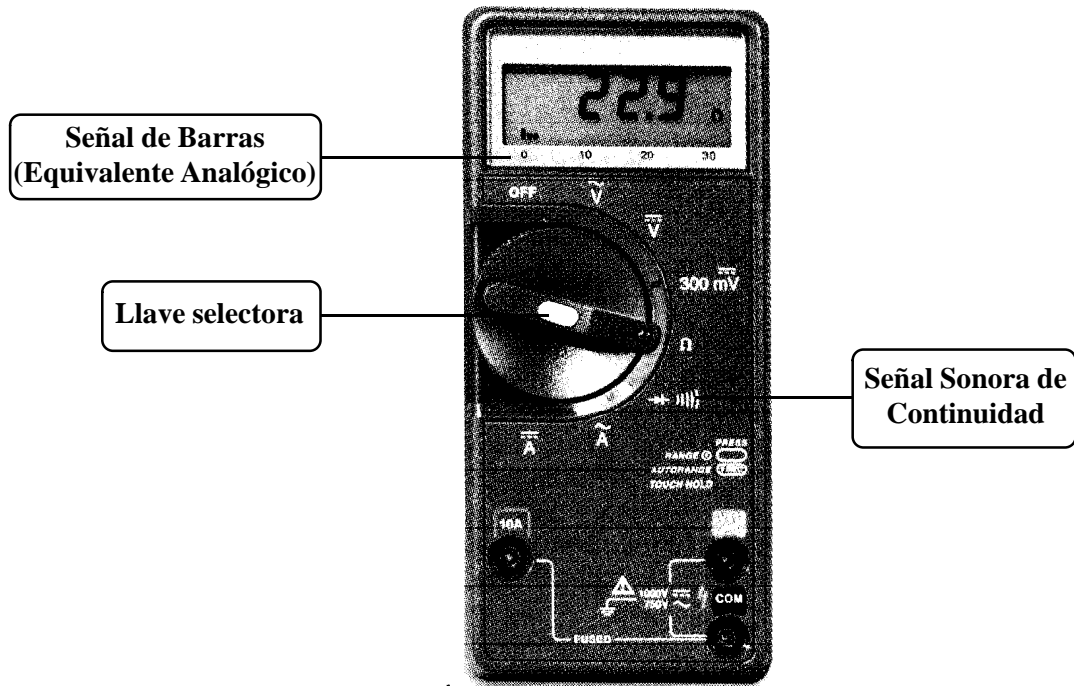
DATOS TECNICOS

Función	Rango	Precisión
Voltaje de CC (20KΩ/V)	5 a 1.000V	+/- 3,0%
Voltaje de CA (10KΩ/V)	10 a 1.000V	+/- 4,0%
Corriente de CC (Caída interna 250mV)*	50μA a 250mA	+/- 3,0%
Resistencia	2KΩ a 2 MΩ	+/- 3,0%

* Este valor es el valor del voltaje introducido por el instrumento cuando mide los 250mA. Se observa que la resistencia interna es de 1Ω.

La escala es de 3" y tiene un espejo para evitar errores de lectura por paralaje. La escala de resistencias requiere una batería de 1,5V, tipo "AA".

MULTITESTER DIGITAL
Fluke-Modelo 73



**DATOS
TECNICOS**

Función	Rango	Precisión
Voltaje de CC	320mV a 1.000V	+/- 0,4%
Voltaje de CA	3,2 a 750V	+/- 2,0%
Corriente de CC	32mA a 10A	+/- 2,5%
Resistencia	320Ω a 32MΩ	+/- 5%
Corriente de CA	32mA a 10A	+/- 2,5%

NOTA:

Este modelo ofrece rango y polaridad automática, una posición para medir continuidad con alarma auditiva y una barra de segmentos que está ubicada debajo del valor digital. La cantidad de segmentos crece o decrece con el valor de entrada. Esta característica hace que los fabricantes llamen a este multitester una versión con combinación digital y analógica. Requiere una batería de 9V para operar.