

TITULO DE LA INVENCION:

MATERIALIZACIÓN FÍSICA DE TANQUES PARA UNA BATERÍA DE FLUJO

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una batería de flujo, y particularmente a un módulo de baterías de flujo novedoso en donde el tanque de anolito y el tanque de catolito están enterrados por debajo del nivel del suelo en forma tal que se conserve la temperatura del electrolito dentro de un rango seguro.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Una batería de flujo es un tipo de batería recargable en la cual los electrolitos que contienen una o más sustancias electroactivas disueltas fluyen a través de una celda electroquímica, que convierte la energía química directamente en energía eléctrica. Los electrolitos son almacenados en tanques externos y son bombeados a través de las celdas del reactor.

Las baterías de flujo tienen la ventaja de tener una distribución flexible (debido a la separación entre los componentes de potencia y los componentes de energía), un ciclo de vida prolongado, tiempos rápidos de respuesta, no hay necesidad de estabilizar la carga y no hay emisiones peligrosas.

Las baterías de flujo se utilizan para aplicaciones estacionarias con una demanda de energía entre 1 kWh y varios MWh; se utilizan para estabilizar la carga de la red, en los casos en que la batería se utiliza para acumular durante la noche energía a bajo costo y regresarla a la red cuando es más costosa, y también para acumular energía proveniente de fuentes renovables tales como energía solar y energía eólica, para luego suministrarla durante los períodos de mayor demanda de energía.

Particularmente, una batería de flujo de vanadio comprende un conjunto de celdas electroquímicas en donde los dos electrolitos están separados por una

membrana de intercambio de protones. Ambos electrolitos se basan en vanadio: el electrolito en la semicelda positiva contiene iones de V^{4+} y V^{5+} mientras que el electrolito en la semicelda negativa contiene iones de V^{3+} y V^{2+} . Los electrolitos pueden prepararse de diversas maneras, por ejemplo mediante la disolución electrolítica de pentóxido de vanadio (V_2O_5) en ácido sulfúrico (H_2SO_4). La solución que se emplea se mantiene fuertemente ácida. En las baterías de flujo de vanadio, las dos semiceldas están además conectadas a tanques de almacenamiento que contienen un volumen muy grande de electrolito, el cual es circulado a través de la celda mediante bombeo.

Mientras la batería es cargada, el vanadio en la semicelda positiva se oxida, convirtiendo V^{4+} en V^{5+} . Los electrones retirados son transferidos a la semicelda negativa, en donde reducen el vanadio de V^{3+} a V^{2+} . Durante la operación, el proceso ocurre en sentido inverso y se obtiene una diferencia potencial de 1.41V a 25° C. en un circuito abierto. El electrolito del ánodo y el electrolito del cátodo son estables dentro de un rango de temperatura limitado, típicamente entre 0 y 50 grados Celsius. Fuera de este rango de temperatura ocurrirá una precipitación de tipos de vanadio, que ya no participan en las reacciones de la batería, perdiendo la capacidad de almacenamiento.

La batería de flujo de vanadio es la única batería que acumula energía eléctrica en el electrolito y no en las placas o electrodos, como normalmente ocurre en todas las demás tecnologías de baterías.

A diferencia de todas las demás baterías, en la batería Redox de vanadio el electrolito contenido en los tanques, una vez cargado, no está sometido a descarga automática, mientras que la porción del electrolito que es estacionaria dentro de la celda electroquímica está sometida a descarga automática con el tiempo.

La cantidad de energía eléctrica almacenada en la batería es determinada por el volumen de electrolito contenido en los tanques.

De acuerdo con una solución constructiva específica particularmente eficiente, una batería de flujo de vanadio incluye un conjunto de celdas electroquímicas dentro de las cuales están los dos electrolitos, separados entre sí por una membrana de electrolito polimérico. Ambos electrolitos están constituidos por una solución ácida de vanadio disuelto. El electrolito positivo contiene iones de V^{5+} y V^{4+} , mientras que el electrolito negativo contiene iones de V^{2+} and V^{3+} . Mientras la batería es cargada, el vanadio en la semicelda positiva se oxida, mientras que el vanadio en la semicelda negativa se reduce. Durante la fase de descarga, el proceso ocurre en sentido inverso. La conexión de múltiples celdas en una serie eléctrica permite incrementar el voltaje a lo largo de la batería, que es igual al número de celdas multiplicado por 1.41 V.

Durante la fase de carga, con el fin de almacenar energía, las bombas se encienden ocasionando que el electrolito fluya dentro de la celda electroquímica asociada. La energía eléctrica aplicada a la celda electroquímica facilita el intercambio de protones por medio de la membrana, cargando así la batería.

Durante la fase de descarga, las bombas se encienden ocasionando que el electrolito fluya dentro de la celda electroquímica, creando una presión positiva en la celda asociada y liberando así la energía acumulada.

Durante la operación de la batería debido a la resistencia interna, las reacciones de reducción-oxidación (redox) generan calor. Dicho calor debe ser disipado con el fin de evitar que llegue al límite de 50°C que representa la temperatura crítica en la cual los tipos de vanadio disueltos en el electrolito se precipitarán al fondo del tanque, y ya no participarán en las reacciones de reducción-oxidación (redox).

TECNICA DE LOS ANTECEDENTES:

La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra una batería de flujo redox de vanadio convencional. Como se muestra en la FIG. 1, la batería de flujo redox de vanadio convencional incluye una pluralidad de electrodos positivos (7), una

pluralidad de electrodos negativos (8), un electrolito positivo (1), un electrolito negativo (2), un tanque de electrolito positivo (3), y un tanque de electrolito negativo (4). El electrolito positivo (1) y el electrolito negativo (2) son almacenados respectivamente en el tanque (3) y el tanque (4). Al mismo tiempo, el electrolito positivo (1) y el electrolito negativo (2) respectivamente pasan a través del electrodo positivo (7) y el electrodo negativo (8) por medio de los conductos de conexión positiva y los conductos de conexión negativa para formar los bucles respectivos que también se muestran en la FIG. 1 con las flechas. La bomba (5) y la bomba (6) son instaladas por lo general en los conductos de conexión para transportar continuamente los electrolitos al electrodo.

Asimismo, en una batería de flujo redox de vanadio se puede utilizar una unidad de conversión energética (11), por ejemplo un convertidor DC/AC, y la unidad de conversión energética (11) es respectivamente conectada eléctricamente al electrodo positivo (7) y al electrodo negativo (8) por medio de las líneas de conexión positiva (9) y las líneas de conexión negativa (10), y la unidad de conversión energética (11) también puede ser respectivamente conectada eléctricamente a una fuente externa de alimentación de entrada (12) y una carga externa (13) con el fin de convertir la corriente AC generada por la fuente externa de alimentación de entrada (12) a corriente DC para cargar la batería de flujo redox de vanadio, o convertir la corriente DC descargada por la batería de flujo redox de vanadio a corriente AC para la salida de corriente a la carga externa (13).

La FIG. 2 muestra una vista esquemática de una batería de flujo convencional de acuerdo con el estado de la técnica, que incluye en el gabinete especial (15) toda la batería de flujo que se describe en la FIG. 1 con el fin de mantener la batería dentro de un rango de temperatura seguro, en el cual se ha incorporado un dispositivo de manejo térmico (14).

El gabinete especial (15) que se menciona más arriba está diseñado para ser instalado en el exterior. Por medio del aislamiento térmico (16), el gabinete (15)

protege la batería de las condiciones climáticas extremas en la temporada de frío y del calor proveniente de la irradiación solar durante la temporada de calor, mientras un dispositivo de manejo térmico (14), (17) (que puede ser, por ejemplo, una unidad de aire acondicionado o un intercambiador de calor simple que se comunica con un disipador de calor) conjuntamente con las bombas (5) y (6) que se muestran en la FIG. 2, utilizando la energía de la batería, disiparán el calor cuando la temperatura sobrepase el límite máximo de temperatura, o alternativamente calentarán la batería en caso de clima frío.

Sin embargo, las desventajas de la batería de flujo convencional que se menciona más arriba de acuerdo con el estado de la técnica ocasionará una disminución en la eficiencia debido al consumo de energía del dispositivo de manejo térmico (14), (17) cuando es operado con el fin de mantener la batería dentro del rango de temperatura ideal.

Una desventaja adicional de la batería de flujo convencional que se menciona más arriba de acuerdo con el estado de la técnica es que el tamaño del gabinete (15) es considerable, lo que impide que se efectúen ciertas instalaciones en los casos en que el tamaño es crítico como una Torre de telecomunicaciones o para uso residencial.

Por lo tanto, existe la necesidad de contar con una batería de flujo redox de vanadio con un mejor manejo térmico con el fin de solucionar los problemas presentados por los diseños de batería de flujo convencionales que se han descrito más arriba, para así lograr una mejor eficiencia y confiabilidad y reducir a la vez los costos operativos y acortar el período de recuperación.

RESUMEN DE LA INVENCION

Como se muestra en la FIG. 3, el objetivo de la presente invención es proporcionar un módulo de batería de flujo redox de vanadio, provisto de una forma innovadora, que incluye: al menos un apilamiento (17), al menos un tanque de electrolito negativo (3), al menos un tanque de electrolito positivo (4), al menos dos bombas (5) y (6), un gabinete principal (19), un contenedor

subterráneo (20) para los tanques (3) y (4), en donde el contenedor (20) tiene un aislamiento térmico (18) entre el contenedor (20) y los tanques (3) y (4), al menos un intercambiador de calor secundario (21), al menos un intercambiador de calor primario (22), al menos una bomba de líquido refrigerante (23), que se caracteriza porque el contenedor (20) está enterrado por debajo del nivel del suelo, mientras el gabinete principal (19) permanece por encima del nivel del suelo. El contenedor subterráneo de los tanques (20) cuenta asimismo con una función adicional al actuar como un recipiente de contención de derrames.

El contenedor subterráneo (20) será enterrado por ejemplo a 2 metros por debajo del nivel del suelo con el fin de captar la energía geotérmica para mantener la temperatura del electrolito dentro del rango seguro que se describe en la FIG.4, reduciendo al mínimo el consumo de energía del sistema de manejo térmico. Paralelamente, en la presente invención, se incrementa la eficiencia y confiabilidad general debido a la estabilidad de la temperatura geotérmica. A una profundidad de 2 metros por debajo del nivel del suelo, la temperatura del suelo permanece dentro del rango ideal para la estabilidad de las baterías de flujo de vanadio, protegiendo así el Módulo de Batería de las grandes fluctuaciones de temperatura típicas de una instalación al nivel de la superficie.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una batería de flujo de tamaño pequeño, que sea relativamente simple de operar y que su uso sea seguro.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características y ventajas adicionales de la invención serán más aparentes a partir de la descripción de una materialización física preferida pero no exclusiva de la batería de flujo de acuerdo con la invención, que se muestra a modo de ejemplo no restrictivo en los dibujos que acompañan la invención, en donde:

La FIG. 1 es una vista esquemática de una batería de flujo convencional de

vanadio;

La FIG. 2 es una vista esquemática de un módulo de batería de flujo de acuerdo con el estado de la técnica;

La FIG. 3 es una vista esquemática de una batería de flujo de vanadio de acuerdo con la presente invención;

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de temperatura geotérmica durante todo el año a diferentes profundidades.

DESCRIPCIÓN DE MATERIALIZACIONES FÍSICAS DE LA INVENCION

Como se muestra en la FIG. 3, el objetivo de la presente invención es proporcionar un módulo de batería de flujo redox de vanadio, provisto de una forma innovadora, que incluye: al menos un apilamiento (17), al menos un tanque de electrolito negativo (3), al menos un tanque de electrolito positivo (4), al menos dos bombas (5) y (6), un gabinete principal (19), un contenedor subterráneo (20) para los tanques (3) y (4), en donde el contenedor (20) tiene un aislamiento térmico (18) entre el contenedor (20) y los tanques (3) y (4), al menos un intercambiador de calor secundario (21), al menos un intercambiador de calor primario (22), al menos una bomba de líquido refrigerante (23), que se caracteriza porque el contenedor (20) está enterrado por debajo del nivel del suelo, mientras el gabinete principal (19) permanece por encima del nivel del suelo. El contenedor subterráneo de los tanques (20) cuenta asimismo con una función adicional al actuar como un recipiente de contención de derrames.

El contenedor subterráneo (20) será enterrado por ejemplo a 2 metros por debajo del nivel del suelo con el fin de captar la energía geotérmica para mantener la temperatura del electrolito dentro del rango seguro que se describe en la FIG.4, reduciendo al mínimo el consumo energético del sistema de manejo térmico. Paralelamente, en la presente invención, se incrementa la eficiencia y confiabilidad general debido a la estabilidad de la temperatura geotérmica. A una profundidad de 2 metros por debajo del nivel del suelo, la

temperatura del suelo permanece dentro del rango ideal para la estabilidad de las baterías de flujo de vanadio, protegiendo así el Módulo de Batería de las grandes fluctuaciones de temperatura típicas de una instalación al nivel de la superficie.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una batería de flujo de tamaño pequeño, que sea relativamente simple de operar y que su uso sea seguro.

La FIG. 4 muestra en términos generales un diagrama que ilustra un ejemplo de temperatura del suelo frente al día del año para diferentes profundidades. La amplitud térmica, por ejemplo, a 2 metros de profundidad, es estable dentro del rango comprendido entre 6 grados Celsius en la temporada de frío y 13 grados Celsius en la temporada de calor.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, el contenedor subterráneo (20) será enterrado por ejemplo a 2 metros por debajo del nivel del suelo en donde la amplitud de la temperatura del suelo es más estable que el ambiente del exterior como el que se describe en la FIG.4, eliminando los picos de temperatura que requieren un consumo energético para el acondicionamiento térmico.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, el aislamiento térmico (18) instalado respectivamente entre el contenedor subterráneo de los tanques (20) y los dos tanques (3) y (4), mantendrá los tanques de electrolito aislados térmicamente.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, el intercambiador de calor tubular secundario (21) es colocado alrededor del contenedor subterráneo de los tanques (20). El intercambiador de calor tubular secundario (21) puede ser fabricado de material plástico de bajo costo como Polipropileno o Polietileno, y el intercambiador de calor tubular secundario (21) está en contacto directo con el suelo, obteniendo la mejor transferencia térmica

y tratando de maximizar la eficiencia.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, el intercambiador de calor tubular primario (22) es colocado en el interior de los dos tanques de electrolito (3) y (4), en contacto directo con el electrolito. Por medio de una bomba de líquido refrigerante (23), un lado del intercambiador de calor tubular primario (22) es conectado a un lado del intercambiador de calor tubular secundario (21), mientras los otros lados de tanto el intercambiador de calor tubular primario (22) como el intercambiador de calor tubular secundario (21) están conectados recíprocamente creando un solo circuito. Una solución de glicol de etileno llena el interior del circuito del intercambiador de calor.

El módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, en caso de condiciones climáticas extremas, por medio de la temperatura geotérmica transferida al contenedor subterráneo de los tanques (20), permanecerá dentro de un rango de temperatura ideal entre +5 grados Celsius y +13 grados Celsius.

El módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, en caso de condiciones climáticas de calor, transferirá el calor desde el contenedor subterráneo de los tanques (20) al suelo y se mantendrá dentro del rango de temperatura ideal, a medida que el calor generado por las reacciones es disipado por el suelo por medio del circuito del intercambiador de calor.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, una ventaja adicional está constituida por el hecho de que el tamaño es más compacto que los convencionales, mientras los tanques colocados debajo de la superficie están también protegidos contra daños potenciales resultantes de golpes o impactos externos.

En el módulo de batería de flujo de acuerdo con la presente invención, una ventaja adicional está constituida por el hecho de que el contenedor subterráneo de los tanques (20) cuenta asimismo con una función adicional al

actuar como un recipiente de contención de derrames.

Paralelamente, en la presente invención, se incrementa la eficiencia y confiabilidad general debido a la estabilidad de la temperatura geotérmica, que permanecerá dentro de un rango ideal para el almacenamiento seguro del electrolito, reduciendo al mínimo el consumo de energía del dispositivo de manejo térmico.

En los casos en que las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación vienen seguidas por signos referenciales, dichos signos referenciales han sido incluidos con el único propósito de incrementar la comprensibilidad de las reivindicaciones y, en consecuencia, dichos signos referenciales no tienen ningún efecto restrictivo sobre la interpretación de cada elemento identificado a modo de ejemplo por dichos signos referenciales. A pesar de que la presente invención ha sido descrita con referencia a las materializaciones físicas preferidas de la invención, es evidente para los expertos en la técnica que es posible efectuar una variedad de modificaciones y cambios sin apartarse del alcance de la presente invención que se pretende definir por medio de las reivindicaciones adjuntas.
