

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE GRAN ESCALA: INNOVACIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

[Hermann Fuquen](#) Consultor en Innovación Tecnológica (COLINNOVACION)

Abstract— Los sistemas de almacenamiento de energía de gran escala han tomado cada vez más relevancia para asegurar la calidad en los servicios de despacho eléctrico en sistemas interconectados de distribución eléctrica y aún más con la integración de fuentes renovables de energía eléctrica como la eólica y solar. En este artículo se realiza una revisión de los sistemas de almacenamiento de energía disponibles en el estado del arte de la tecnología, las aplicaciones más frecuentes para estos sistemas de almacenamiento y se analiza como pueden ser útiles estos sistemas a los desafíos que los mercados eléctricos hoy imponen.

Index Terms— Sistema Eléctrico, Baterías de Ion-Litio, Sistemas de Control, Capacidad de Carga.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución de energía eléctrica han sido sometidos a grandes cambios, los cuales se derivan del crecimiento a la demanda de energía eléctrica que el mundo vive, gracias a la tendencia de urbanización de ciudades y el desarrollo tecnológico que ha traído por ejemplo a los automóviles híbridos y eléctricos como medios de alto consumo eléctrico. Esto ha obligado a ampliar la infraestructura eléctrica para responder a esta nueva demanda.

De otra parte, la entrada de las energías renovables a los sistemas de generación eléctrica de gran escala como son los proyectos de generación de energía eólica o solar, debido a su carácter intermitente de generación, requieren sistemas de respaldo que permitan el almacenamiento de energía con el fin de compensar los momentos en que la generación se detiene por el comportamiento meteorológico.

En este documento se identificará y evaluará la tecnología de almacenamiento de energía eléctrica disponible en el estado del arte mundial, realizando una revisión conceptual y de patentes para conocer el estado de la técnica y sus posibles aplicaciones y usos. El artículo finaliza con la descripción de algunas aplicaciones de esta tecnología y conclusiones sobre el tema propuesto.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Los sistemas de almacenamiento de energía permiten la acumulación de energía eléctrica para ser utilizados en distintas aplicaciones donde se encuentran según el tipo de escala de requerimiento eléctrico, desde baterías de computadores portátiles, celulares y dispositivos móviles a baterías de vehículos eléctricos hasta los sistemas de gran escala para soporte a la red de transmisión y distribución de energía eléctrica como son los de interés en esta revisión.

Los sistemas Energy Storage para soporte a la red de distribución, suelen ser compuestos de sistemas de baterías que de

forma integrada que permiten generar grandes capacidades de suministro eléctrico. Este tipo de soluciones actualmente son necesarias para el control de picos de potencia y calidad en el suministro eléctrico así como la integración con sistemas de energía renovable (Vazquez, 2010).

La naturaleza intermitente de la generación eléctrica proveniente de recursos renovables presenta restricciones que impactan en la estabilidad del sistema, la fiabilidad y calidad de la energía. El problema de la disponibilidad esporádica de generación eléctrica de los recursos renovables puede tratarse mediante la introducción de sistemas de almacenamiento de energía para distribuir la energía generada según la demanda creada (Ibid).

Por tanto, grandes sistemas de almacenamiento de energía se empiezan a utilizar habitualmente junto con la generación de energías renovables como la eólica o solar para estabilizar la salida de potencia y aprovechar de mejor manera la generación de este tipo de fuentes, permitiendo su uso comercial a través de las redes de distribución eléctrica (Kloess, 2014).

Sin embargo, los sistemas de almacenamiento de energía pueden utilizarse para complementar la generación eléctrica con recursos renovables como también para hacer frente a los problemas de calidad en el suministro de la energía, proporcionando servicios auxiliares a la red que soportan estas eventualidades que distorsionan la confiabilidad del suministro o la hacen más costoso por reglas tarifarias.

Otro aspecto a tener en cuenta es el marco regulatorio de cada región, el cual dependiendo de su estructuración permitiría incentivar a los generadores a la implementación de sistemas de almacenamiento. Del nivel de regularización e integración de las empresas generadoras y distribuidoras de energía, dependerá el éxito de implantación de estos sistemas de almacenamiento para su operación rentable y operación eficiente.

Las tecnologías disponibles son muy variadas y van desde la tradicional batería de Plomo-Acido a baterías de Ion-Litio, Níquel Cadmio o baterías de flujo hasta soluciones de acumulación física como el bombeo hidráulico o de aire comprimido. Este tipo de tecnologías serán revisadas a continuación, así como la generación de patentes en el área de estudio.

3. TECNOLOGÍAS EXISTENTES PARA EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Existen varias tecnologías para el almacenamiento de energía, las distintas tecnologías se diferencian por los distintos niveles de rendimiento de la batería. Para medir el rendimiento de una batería, la variable más básica se enfoca en establecer la densidad de energía (Wh/kg) y la densidad de potencia pico (W/kg). Este enfoque es adecuado para mostrar el rendimiento relativo de varios tipos de baterías, pero no muestra el rendimiento de una batería en particular, ya que se requiere el conocimiento de la curva Ragone (Wh/kg vs. kg/W para las descargas de potencia constante), el voltaje de la batería en circuito abierto y la resistencia contra el estado de carga, la capacidad (Ah) frente a la corriente de descarga y la temperatura y las características de carga de la batería en diversas tasas y temperaturas (Burke, 2008). Los principales tipos de baterías en uso en el mercado se basan en ácido-plomo, Níquel metal hidratado o Ion-Litio.

En los últimos años se ha intensificado el estudio para la fabricación de baterías en países como USA, Brasil, China, Francia y Alemania, con el objetivo de mejorar la eficiencia de vehículos eléctricos. También se conocen de varios proyectos para abaratar el costo de las baterías tipo Ion-Litio, donde empresas como Panasonic y Tesla iniciaron la construcción en conjunto de una planta para la producción a gran escala de este tipo de baterías (Zuleta, 2014) que tiene proyectado tener completa capacidad de producción para 2018 (TESLA MOTORS, 2016). También otras organizaciones con planes similares se centran en empresas coreanas como Samsung y LG (Ibid). Por tanto se espera que en el largo plazo el costo de este tipo de baterías se reduzca significativamente, permitiendo un mayor acceso a distintas aplicaciones de almacenaje de energía eléctrica.

En la Tabla 1 se identifican los tipos de almacenamiento de energía más relevantes en actual uso y sus características primordiales:

A continuación se describen las principales aplicaciones de baterías disponibles en la actualidad con sus distintas características básicas de operación.

Baterías Acido-Plomo: Esta es una de las tecnologías más comunes y antiguas que data del año 1800 ya que son la base de carga de energía eléctrica de los vehículos de transporte convencional. Las baterías de ácido-plomo se componen de plomo esponjoso como el material activo negativo, dióxido de plomo como el material activo positivo, inmerso en un electrolito de ácido sulfúrico diluido y el plomo como el colector de

corriente. Durante la descarga el sulfato de plomo es el producto en ambos electrodos. Si las baterías se descargan en exceso o se mantienen en estado de descarga, los cristales de sulfato se hacen más grandes y son más difíciles de romper durante la recarga. Para una batería de tipo química como la de ácido-plomo, estas pueden ser diseñadas de forma diferente según las características de energía y potencia. En este tipo de baterías así como en otras tecnologías hay que balancear entre la densidad de energía y la densidad de potencia, ya las baterías de mayor potencia son las que tienen significativamente menor densidad de energía y viceversa. Esto es cierto para todos los tipos de baterías (Burke, 2008).

TABLA 1
TIPOS DE BATERÍAS Y ACUMULADORES DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS. FUENTE: (VAZQUEZ, 2010)

Tipo de batería	Eficiencia Energética (%)	Densidad de Energía (Wh/kg)	Densidad de Potencia (W/kg)	Ciclos de Vida	Nivel de Auto descarga
Acido-Plomo	70-80	20-35	25	200-2000	Bajo
Ni -Cd	60-90	40-60	140-180	500-2000	Bajo
Ni-MH	50-80	60-80	220	<3000	Alto
Ion-Litio	70-85	100-200	360	500-2000	Medio
Litio Polímero	70	200	250-1000	>1200	Medio
NaS	70	120	120	2000	-
CAES	40-50	10-30	-	> 20 Años	-
Bombeo Hidráulico - PHS	65-80	0.3	-	> 20 Años	Poco Significativo
VRB	80	25	80-150	>16000	Poco Significativo

Fuente: Vazquez (2010)

Las baterías de plomo siguen siendo frecuentes en aplicaciones sensibles a los costos, donde la baja densidad de energía, el ciclo de vida limitado no son un problema y donde se requieren robustez y tolerancia al uso y al abuso en aplicaciones específicas. Según autores como Vazques (2010), los avances recientes apuntan a sustituir al plomo con materiales más ligeros tales como carbono para aumentar la densidad de potencia y energía.

Baterías de Ion-Litio: En este tipo de baterías los iones de litio se mueven entre el ánodo y el cátodo para producir un flujo de corriente. La principal ventaja de este tipo de tecnología en baterías son altas relaciones de energía-peso, no contar con efecto memoria y contar con niveles de auto-descarga bajo. Este tipo de baterías son ampliamente usados en dispositivos electrónicos como computadoras y teléfonos celulares y su uso también está siendo implementado en vehículos eléctricos entre otros (ESA - Energy Storage Association, 2015). Tam-

bién en sistemas de alta capacidad son muy utilizadas por su buena relación de densidad de carga. La célula de esta batería puede ser operada con un mayor nivel de corriente que otras células, pero aún existen algunos problemas que hay que resolver. La resistencia interna puede producir calentamiento y dañar la batería. Por lo tanto, para garantizar una operación segura, es obligatorio el uso de un sistema de gestión de la batería para proporcionar cuando es requerido la sobretensión o baja tensión, evitando el exceso de temperatura y permitiendo la protección a la sobre-corriente. Además, los sistemas más avanzados proporcionan equilibrio de voltaje de la célula, que asegura que todas las baterías funcionan a la misma tensión y por lo tanto mantienen el estado de carga (Vazquez, 2010).

Níquel Cadmio – Níquel Metal Hidratado (NiCd / NiMH): Las baterías NiCd fue la opción seleccionada para muchos dispositivos eléctricos y electrónicos entre los años 1970 y 1990. Este tipo de baterías ha sido remplazado por el NiMH y el Ion Litio debido al mejor desempeño de estos últimos. La batería NiCd utiliza oxihidróxido de níquel para el electrodo positivo y cadmio metálico para el electrodo negativo. Debido a las desventajas de la batería NiCd como la alta tasa de descarga autónoma, el efecto de memoria y un menor ciclo de vida, este tipo de batería ha sido reemplazada por otros tipos de tecnología (Ibid).

Baterías de Sodio Sulfúrico (NaS) Este tipo de baterías fue desarrollado inicialmente por Ford Motor en 1960 y posteriormente la empresa Japonesa NGK adquirió la tecnología y termino su desarrollo (ESA - Energy Storage Association, 2015). La batería consta de azufre fundido en el electrodo positivo y sodio fundido en el electrodo negativo separados por un electrolito sólido de cerámica de alúmina. El electrolito permite que sólo los iones de sodio positivos pasen a través de ella y se combinan con el azufre para formar sodio polisulfurado. Durante la descarga, los iones de sodio positivos fluyen a través del electrolito. La temperatura de funcionamiento de la batería está en el intervalo de 300°C a 360°C. Por lo tanto, necesita ser calentado externamente para un funcionamiento óptimo de este tipo de baterías tipo NaS (Vazquez, 2010).

Las baterías NaS exhiben alta potencia y densidad de energía (más de cuatro veces la de la batería de ácido-plomo), alta eficiencia de Coulombic (unidad básica de carga eléctrica), buena estabilidad de temperatura, largo ciclo de vida, bajo costo y buena seguridad. Las baterías están hechas de materiales abundantes y de bajo costo, lo que hace que sean adecuadas para la producción en masa de alto volumen. Grandes avances se han hecho en las últimas dos décadas, en particular bajo la colaboración de la empresa Tokyo Electric Power (TEPCO) y NGK Insulator Ltd., (NGK). Estas baterías se pueden usar para la nivelación de carga, suministro de energía de emergencia o las aplicaciones de UPS - Uninterruptible Power Supply, siendo adecuado para una serie de mercados, incluidas las aplicaciones industriales, propietarios comerciales y sistemas de generación de energía eólica. Las baterías generan hasta 1,2 MW de potencia para un máximo de 7 h, aliviando por ejemplo casos de alta tensión en una subestación sobrecargada (Ibid).

Baterías de Flujo: Las baterías de flujo (Flow Batteries - FB) son una tecnología prometedora que desacopla la energía total almacenada de la potencia nominal. La potencia nominal depende del tamaño del reactor, mientras que la capacidad almacenada depende del volumen del tanque auxiliar. Esto hace que este tipo de baterías sean adecuadas para proveer grandes cantidades de energía a empresas de distribución eléctrica (ESA - Energy Storage Association, 2015). Funciona bajo el mismo principio de generación de la acumulación por celdas de hidrogeno ya que utiliza dos electrolitos que son guardados en diferentes tanques. Dentro de las posibles reacciones electroquímicas disponibles para esta tecnología se cuenta: 1) Bromuro de Zinc, 2) Vanadio (VRB), 3) Bromuro Polisulfatado, 4) Aire de Zinc. La más óptima ha sido la VRB que alcanza niveles de eficiencia del 80% (Vazquez, 2010)

Almacenaje de energía a través de aire comprimido – CAES: Almacenamiento de energía de aire comprimido es una tecnología que almacena energía en forma de aire comprimido para su uso posterior. La energía se extrae utilizando una turbina de gas estándar, donde la etapa de compresión de aire de la turbina se sustituye por el CAES, eliminando así el uso de combustible de gas natural para la compresión de aire. El diseño del sistema es especial ya que la compresión de aire y la expansión son procesos exotérmicos y endotérmicos, respectivamente. Para solucionar esto se consideran tres tipos de sistemas para gestionar el intercambio de calor (Kloess, 2014).

- 1) De almacenamiento isotérmico, que comprime el aire lentamente, permitiendo así que la temperatura se iguale con la temperatura ambiente. Este sistema funciona bien para pequeños sistemas en los que la densidad de potencia no es primordial.
- 2) Sistemas adiabáticos, que almacenan el calor liberado durante la compresión y se alimentan de nuevo en el sistema durante la liberación de aire. Tal sistema necesita un dispositivo de almacenamiento de calor, lo que complica el diseño del sistema.
- 3) Los sistemas de almacenamiento diabático que utilizan fuentes de alimentación externa para calentar o enfriar el aire para mantener una temperatura constante del sistema. La mayoría de sistemas comercialmente implementados son de este tipo debido a la alta densidad de potencia y una gran flexibilidad del sistema, aunque sea a costa de los costos y la eficiencia.

Los sistemas CAES se han considerado para numerosas aplicaciones, especialmente para el apoyo de la red eléctrica para la carga de nivelación de aplicaciones. En tales sistemas, la energía se almacena durante periodos de baja demanda y luego se convierte de nuevo a la electricidad cuando la demanda de electricidad es alta.

Sistemas comerciales utilizan cavernas naturales como depósitos de aire con el fin de almacenar grandes cantidades de energía; la capacidad instalada del sistema comercial oscila desde 35 hasta 300 MW (Ibid).

Existen algunos proyectos en operación como es el de Huntorf (Alemania) y McIntosh, Alabana (Estados Unidos) ambos sistemas tipo CAES son sistemas diabáticos en los cuales se utiliza electricidad de la red fuera de horas pico para comprimir el aire que se almacena en cavernas, posteriormente en horas pico de consumo eléctrico, el aire que fue comprimido genera electricidad en turbinas de alta presión y posteriormente se mezcla el aire después con gas natural durante la expansión y se quema para generar energía. La compresión se realiza en varias etapas, apoyado con un sistema de refrigeración que permite eliminar el calor de la compresión. El aire comprimido se almacena en grandes cavernas de sal subterráneas. Durante las horas pico el aire comprimido se mezcla con gas natural y se quema en una turbina de gas. La planta Huntorf utiliza una caverna 310,000 m³ a una profundidad de 600 metros, con una tolerancia de presión entre 50 - 70 bar. Se ejecuta en un ciclo de carga diaria de 8 horas que proporciona una potencia máxima de 290MW durante 2 horas. La planta McIntosh tiene una caverna 538,000 m³ de caverna a una profundidad de 450 m con una tolerancia de presión entre 45 a 76 bar. Originalmente proporciona una potencia de 110MW durante 26 horas, pero en 1998 se añadieron dos generadores adicionales y su capacidad total es ahora de 226MW (Chen, 2009).

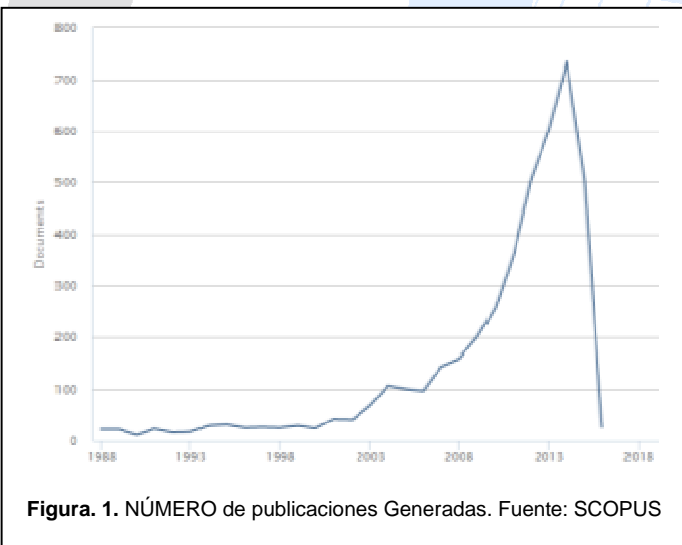


Figura. 1. NÚMERO de publicaciones Generadas. Fuente: SCOPUS

Almacenaje de Energía por Bombeo Hidráulico

El sistema de bombeo hidráulico (Pumped Hydro Storage - PHS) al igual que el anterior descrito (CAES) utilizan los principios de física inversa como alternativa a los sistemas electro-químicos para la acumulación de energía. El agua se bombea a una región más alta ganando energía potencial la cual posteriormente es turbinada para generar electricidad. Las PHS son primordialmente utilizadas para compensar el nivelamiento de carga, pero también pueden responder como reserva por su relativo corto tiempo de respuesta. Los ciclos de eficiencia de una PHS se encuentra entre un 65% hasta un 87% para plantas de última generación con motores de bombeo altamente eficientes (Kloess, 2014). El problema con este tipo de solución es que requieren de un tipo de infraestructu-

ra muy costosa o de sitios geográficos con características especiales que disminuyan los valores de las inversiones por lo que su uso es limitado.

4. GENERACIÓN DE LITERATURA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó una búsqueda en SCOPUS con las palabras clave "Energy Storage" donde el 19 de Octubre de 2015 el sistema arrojó un total de 4251 publicaciones de 1988 a 2014, las características de las publicaciones se ilustran en las figuras 1 a 4:

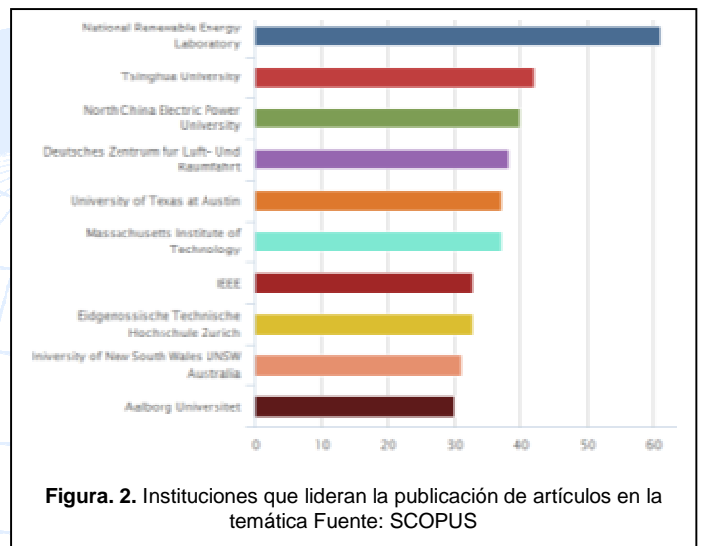


Figura. 2. Instituciones que lideran la publicación de artículos en la temática Fuente: SCOPUS

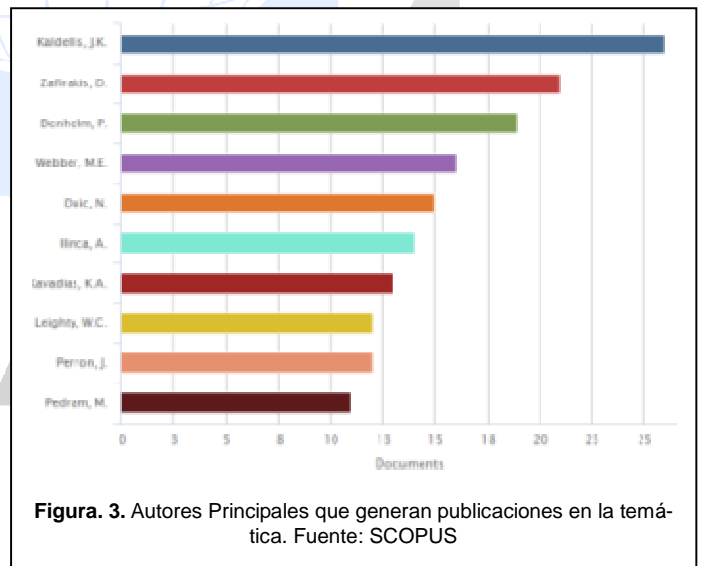


Figura. 3. Autores Principales que generan publicaciones en la temática. Fuente: SCOPUS

Se puede observar una alta generación de publicaciones en los últimos años, demostrando que es resiente el interés de la academia en los sistemas de almacenamiento de energía. Entre las entidades que lideran la generación de publicaciones se encuentra el Laboratorio de Energías Renovables el cual hace parte del Departamento de Energía de los Estados Unidos, en segundo lugar se encuentra la Universidad Tsinghua y

en tercer lugar la Universidad Nacional China del Norte de Potencia Eléctrica ubicada ambas en Pekin, China.

La figura 3 muestra los principales autores, que han generado literatura en la temática liderando el listado J.K. Kaldellis y en segundo lugar Zafirakis, ambos autores especializados en energías renovables entre los que se incluyen varias investigaciones en almacenamiento de la energía generada de fuentes no convencionales de energía.

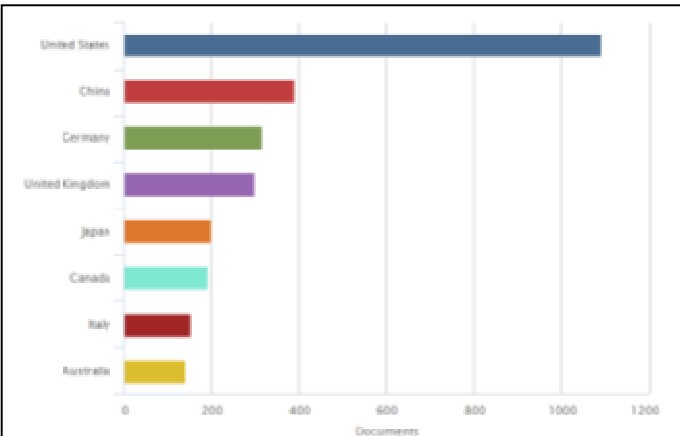


Figura. 4. Países líderes en la generación de publicaciones en la temática. Fuente: SCOPUS

Entre los países líderes en generación de publicaciones se encuentra Estados Unidos, China y Alemania.

5. REVISIÓN DE PATENTES EN EL ÁREA DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Se realizó una búsqueda de patentes a través de Thomson Innovation el 24 de Septiembre de 2015 por la Clasificación Internacional de Patentes con nomenclatura H02J328 correspondiente a "Disposiciones para el equilibrado de carga en una red por almacenamiento de energía" y H02J150 correspondiente a "Sistemas de almacenamiento de energía":

[H02J000328](#) Arrangements for balancing the load in a network by storage of energy

[H02J001500](#) Systems for storing electric energy(mechanical systems therefor F01-F04; in chemical form H01M) (0 child classes)

A esta sub-clase de le añadió los términos de búsqueda Energy Storage System como se aprecia en la sintaxis de búsqueda definida a continuación:

IC=((H02J000328)) AND CTB=(energy ADJ1 Storage ADJ1 syste*) AND DP>=(20000101);

Esta búsqueda de patentes desde el año 2000 arrojó un total de 298 patentes dentro de las principales oficinas de patentes

del mundo como la de Estados Unidos, Europa, Corea del Sur, China, Japón entre otros con las siguientes características que se describen en las siguientes ilustraciones.

La anterior ilustración muestra una importante generación de patentes de la empresa STATE GRID CORP CHINA, seguida por SAMSUNG SDI y CHINA ELECTRIC POWER. Las patentes de STATE GRID CORP están muy enfocados al control de sistemas eléctricos de sistemas de almacenamiento de energía que proveen energía a redes de distribución incluyendo algunas patentes en el mismo control interno de unidades de almacenamiento de energía ligadas a estas redes de distribución. Por su parte las patentes de SAMSUNG se enfocan también a temas de control pero más especializado en convertidores de potencia y el control de variables de la operación de los sistemas de almacenamiento de energía como temperatura entre otras.

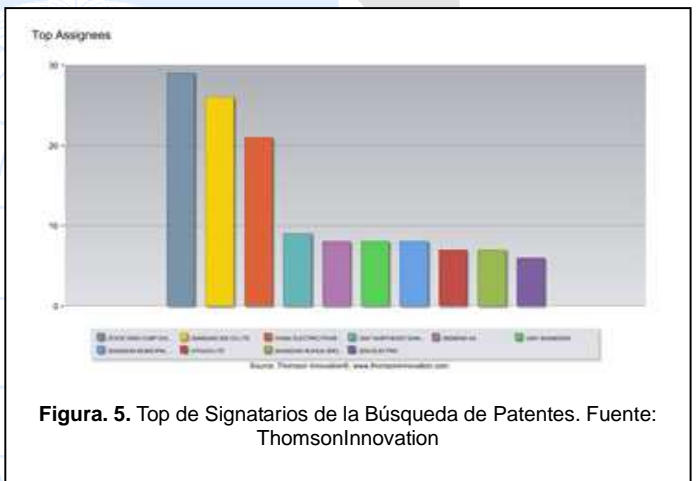


Figura. 5. Top de Signatarios de la Búsqueda de Patentes. Fuente: ThomsonInnovation

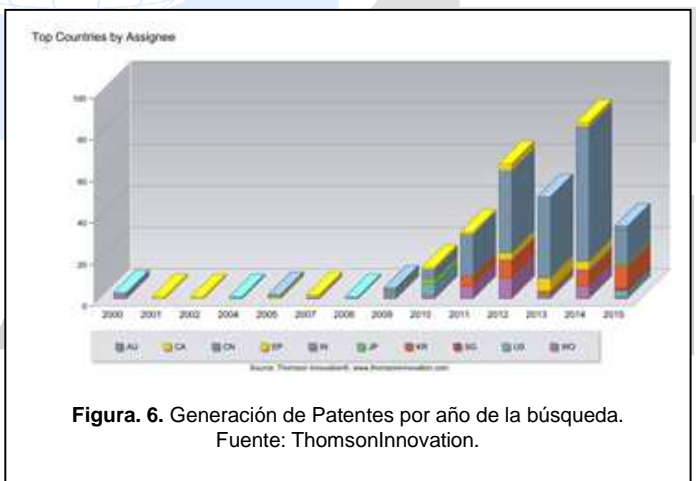


Figura. 6. Generación de Patentes por año de la búsqueda. Fuente: ThomsonInnovation.

La anterior ilustración muestra la generación de patentes por año desde el 2000 al 2015 donde se aprecia un alto volumen en la generación de este mecanismo de propiedad industrial entre los años 2011 al 2014 con origen principal de China y Corea.

Algunas patentes relevantes se resumen a continuación:

Título de la Patente: Método de optimización combinatoria de unidad con sistema de almacenamiento de energía química y fuente de energía intermitente.

Asignado a: State Grid Corporation of China, China Electric Power Research Institute.

Inventor: CUI, Hui

Fecha de Publicación: 2014-11-26

Número de Patente: CN201410407144A

Resumen de la Patente: La invención proporciona un método de optimización combinatoria de una unidad con un sistema de almacenamiento de energía química y una fuente de alimentación intermitente. La fuente de alimentación intermitente comprende una unidad de generación de energía eólica y una unidad de generador de energía fotovoltaica, y el sistema de almacenamiento de energía química, la fuente de alimentación intermitente y una unidad de generador térmica la cual forma un sistema de energía eléctrica de manera conjunta. Bajo la condición de que el sistema de almacenamiento de energía química y la fuente de energía intermitente interactúan y se evalúan, se hace un plan de combinación. Se adopta un método de optimización robusta, el error de pronóstico y la función de salida de almacenamiento de energía química de la potencia de la fuente de energía intermitente están plenamente considerados, se mejora la capacidad de acceso de la fuente de energía intermitente, y la seguridad de funcionamiento del sistema está plenamente garantizada.

Título de la Patente: Sistema de almacenamiento de energía conectada a la red de distribución eléctrica y un método de sistema de almacenamiento de energía conectada a la red de control.

Asignado a: SAMSUNG SDI Co

Inventor: CHOE RU NI

Fecha de Publicación: 2010-11-30

Número de Patente: CN201010569879A

Resumen de la Patente: El sistema tiene varios convertidores para transformar la potencia generada por cada uno de los módulos de generación de energía en corriente continua a un nivel de voltaje. Los interruptores en serie se conectan a los módulos de generación de energía. Los interruptores paralelos se conectan selectivamente a los módulos de generación de energía entre sí. Un controlador gestiona los conmutadores de serie y los interruptores paralelos para conectar selectivamente cada uno de los módulos de generación de energía al convertidor seleccionado. El convertidor se selecciona entre varios convertidores basados en la potencia generada por cada uno de los módulos de generación de energía.

Título de la Patente: Sistema de almacenamiento de energía para balancear la carga de un sistema de potencia.

Asignado a: BYD Company Limited

Inventores: LUO Hongbin

Fecha de Publicación: 2010-04-20

Número de Patente: EP2010780019A

Resumen de la Patente: El sistema tiene varios interruptores

controlables conectados con múltiples armarios de almacenamiento de energía, respectivamente, y un controlador para la detección de posición de frecuencia y la fase de una red eléctrica. La electricidad de la red eléctrica se utiliza para cargar la energía en gabinetes de almacenamiento, mediante el control de los interruptores controlables. El controlador está provisto de múltiples extremos de salida, donde cada extremo está conectado con un extremo de control de los interruptores controlables. El controlador administra el sistema para cargar o descargar mediante el cierre o corte de los interruptores.

Título de la Patente: Sistema de almacenamiento de energía híbrido para clientes y su método de operación.

Asignado a: KOREA Electrotechnology RES INST

Inventores: KIM Seul Ki

Fecha de Publicación: 2013-11-25

Número de Patente: KR2013143897A

Resumen de la Patente: El sistema tiene una unidad de almacenamiento de periodo corto que almacena la energía eléctrica y reduce la carga pico de un consumidor de energía. Una unidad de almacenamiento de largo plazo almacena continuamente la energía excedente generada en la noche y no consumida dentro de 7 horas y descarga entre las horas pico al consumidor de energía. Un medidor de horas vatio mide la energía eléctrica utilizada por el consumidor de energía por un período específico. Un dispositivo de gestión de la energía controla el período de tiempo y la unidad de almacenamiento de corto período de tiempo y gestiona la operación según el estado de funcionamiento del consumidor de energía.

6. APLICACIONES PARA LA TECNOLOGÍA

Existen muchas aplicaciones para los sistemas de Energy Storage, por ejemplo Energy Storage Association - ESA menciona entre otras la acumulación de energía a partir de la generación eólica, para comunidades o pequeñas industrias. También destaca los acumuladores integrados a energía fotovoltaica, sistemas de almacenamiento para vehículos eléctricos, baterías para uso residencial que disminuya el valor de la facturación, baterías para la regulación de frecuencia y calidad del suministro, sistemas que evitan la interrupción o la mala calidad del suministro entre otras.

Entre las empresas que han realizado aplicaciones de este tipo de tecnologías se reconocen empresas como ABB, BOSCH, BYD de China, TESLA entre otras. Esta última reconocida por su apuesta a la fabricación de autos eléctricos, recientemente ha incursionado en el mercado de los sistemas de almacenamiento de energía de varias escalas tanto para el hogar como a nivel industrial. La siguiente gráfica muestra los principales proveedores por segmentos de clientes como residencial, no residencial e industrial.



Figura. 7. Empresas líderes en servicios de Energy Storage.
Fuente: GTM Research - Energy Storage Association – ESA (2015).

En la anterior ilustración se reconocen varias empresas destacadas como ABB, Bosh, Tesla en varios de los segmentos de negocios identificados por la ESA así como AES Corp como un actor importante de sistemas de almacenamiento de energía para el segmento industrial o de empresas de distribución de energía, empresas que son líderes en el desarrollo del negocio de almacenamiento de energía para distintas aplicaciones.

La consolidación de los sistemas de almacenamiento de energía se ha sostenido en gran parte por la disminución de los costos de las baterías de Ion-Litio y la optimización tecnológica que ha obtenido, lo que ha permitido no solo su actual utilización en dispositivos móviles y computadoras sino en sistemas de mayor escala como los que almacenan energía de sistemas de generación de energía renovable o que se alimentan de la red eléctrica tradicional, pero que son utilizados como sistemas de contingencia ante anomalías como medios para suavizar costos durante periodos de picos de demanda en las redes de distribución, logrando así el aseguramiento de la calidad del suministro eléctrico.

7. ALGUNOS EJEMPLOS DE APLICACIONES EN EJECUCIÓN

Entre los proyectos destacados por la Asociación de Almacenaje de Energía se destacan los siguientes (ESA - Energy Storage Association, 2015):

- 1) **Sistemas de Almacenamiento de Energía ANGAMOS:** Este es un sistema desarrollado en conjunto con la Empresa Eléctrica ANGAMOS de la población de Mejillones al norte de Chile. El sistema de almacenamiento es capaz de responder hasta con una capacidad de 20MW, respaldando una planta de generación térmica de 544MW.
- 2) **Sistemas de Almacenamiento de Energía LOS ANDES:** Esta localizado en el desierto de Atacama y provee energía a esta región minera. Este sistema aumenta la confiabilidad del suministro eléctrico y sirve como reserva

en casos de contingencias. El sistema puede proveer hasta 12MW.

- 3) **Sistema de Almacenamiento para Energía Eólica Kaheawa:** Este proyecto localizado en la isla de Maui, brinda soporte al sistema de generación eólica el cual puede generar hasta 21MW, el sistema de batería puede soportar hasta 10MW bajo una metodología de recursos de potencia dinámicos.
- 4) **Sistema de Almacenamiento basado en baterías de Vanadio VRD:** La empresa Gills Onions utiliza este tipo de batería ya que la empresa de distribución del Sur de California en Estados Unidos, aumenta el valor de la tarifa a horas pico. Esta empresa utiliza baterías de Flujo tipo VRB para consumir durante la tarifa máxima, disminuyendo así su costo de energía sustancialmente.

Como se puede observar son varias las iniciativas y aplicaciones que están impulsando la implementación de sistemas de almacenamiento de energía en el mundo y permitirán el desarrollo de varios sistemas para optimizar el uso de esta tecnología.

8. CONCLUSIÓN

Como se ilustra en este artículo, la tecnología de almacenamiento de energía para aplicaciones diversas entre ellas las de gran escala como son las de soporte a parques eólicos o grandes solares han evolucionado de manera sustancial en los últimos años y hacen parte fundamental de los sistemas eléctricos de generación y distribución eléctrica modernos.

Debido a las características fluctuantes de generación de las tecnologías de fuentes renovables, los sistemas de almacenamiento se hacen cruciales para mantener la estabilidad de suministro eléctrico, es por esto que su relevancia cobra cada vez más sentido para viabilizar los proyectos de esta índole y así poder masificar el uso de estas tecnologías, haciendo frente a la amplia demanda generada por el crecimiento poblacional y desarrollo económico que demanda nuevas formas de generación eléctrica que no genere mayor impacto ambiental.

Son muchas las áreas de investigación que aún se encuentran en desarrollo, como es el perfeccionamiento en el uso de baterías de litio a través de sistemas de control computarizado para su óptima operación, así como en su fabricación para disminuir costos y encontrar diversas formas para su reutilización. También las diversas opciones de almacenamiento tienen espacio de continuar investigando formas de optimizar sus costos de producción y fiabilidad en su uso, lo que seguramente traerá nuevos desarrollos tecnológicos que sorprenderán nuestro entorno social en próximos años.

BIBLIOGRAFÍA

- Burke, A. (2008). Electric and hybrid vehicle design and performance. *Environmentally conscious transportation*(5), 129.
- Chen, H. C. (2009). Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Progress in Natural Science*, 19(3), 291-312.
- ESA - Energy Storage Association. (21 de 03 de 2015). *Sodium Sulfur (NAS) Batteries*. (ESA, Productor) Recuperado el 25 de 09 de 2015, de <http://energystorage.org/energy-storage/technologies/sodium-sulfur-nas-batteries>
- Kloess, M. &. (2014). Bulk electricity storage technologies for load-leveling operation—An economic assessment for the Austrian and German power market. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 59, 111-122.
- TESLA MOTORS. (2016). *TESLA GIGAFACTORY*. Obtenido de Sitio web TESLA MOTORS: <https://www.tesla.com/gigafactory>
- Vazquez, S. L. (2010). (I. T. on, Ed.) *Energy storage systems for transport and grid applications.*, 57(12), 3881-3895.
- Zuleta, J. C. (28 de 01 de 2014). *Seeking Alpha*. Recuperado el 29 de 07 de 2015, de Electric Vehicle World - EVWorld: <http://seekingalpha.com/article/1971851-tesla-motors-and-bolivias-lithium-strategy-whats-at-stake>



INNOVACION