



EL LUGAR
DONDE SE
**POTENCIA
LA INNOVACIÓN**
.....
////////////////////
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG



OBSERVATORIO

CT+i



LICENCIA



Informe: Mercado de Energía, Área de oportunidad:
Almacenamiento de energía: Baterías de Flujo, Baterías Plomo-
Ácido y Volantes de Inercia por [Corporación Ruta N](#) se distribuye
bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Sugerimos se referencie el documento de la siguiente forma:

Corporación Ruta N (2016). *Observatorio CT+i: Informe No. 1
Área de oportunidad Almacenamiento de energía: Baterías de
Flujo, Baterías Plomo-Ácido y Volantes de Inercia*. Recuperado
desde www.brainbookn.com



OBSERVATORIO

CT+i



ÁREA
DE OPORTUNIDAD:



ALMACENAMIENTO DE
ENERGÍA: BATERÍAS DE
FLUJO, BATERÍAS PLOMO-
ÁCIDO Y VOLANTES DE
INERCI

MERCADO DE:

ENERGÍA



EJECUTA



innRUTA

RED DE INTELIGENCIA COMPETITIVA



DESARROLLA
EL ESTUDIO



ASESORA



Santiago Ortega Arango
Profesor Asistente - Universidad EIA

PARTICIPANTES

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva denominado Almacenamiento de Energía: Baterías de Flujo, Baterías Plomo-ácido y Volantes de Inercia, fue desarrollado por la **Universidad EIA** en el cual los participantes asumieron los siguientes roles:

Metodólogo: Asesora con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva diseñada para el proyecto Observatorio CT+i y definida por INNRUTA - Red de Inteligencia competitiva. Adicionalmente coordina dentro de cada institución los ejercicios realizados.

Vigía: Encargado de recopilar de fuentes primarias y secundarias los datos e información relacionada con el área de oportunidad estudiada. Adicionalmente, realiza con expertos temáticos y asesores el análisis de la información recopilada y la consolidación de los informes del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Asesor temático: Participa en las etapas de análisis y validación de la información recopilada por el vigía. Adicionalmente, orienta y da lineamientos del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva realizado.

Adicionalmente se contó con la participación de un **grupo de validadores temáticos** quienes contribuyeron en la validación de los contenidos analizados y la construcción de conclusiones y recomendaciones finales.

PARTICIPANTES



Director del proyecto:
Elkin Echeverri

Coordinadores del proyecto:
Samuel Urquijo
Jorge Suárez

Experto Energía:
Alejandro Hincapié



Director del proyecto:
Oscar Eduardo Quintero

Coordinadora del proyecto:
Ana Catalina Duque

Metodóloga:
Elizabeth Ocampo Cifuentes

Asesor Temático:
Santiago Ortega Arango

Vigías:
Andrés Felipe Arbeláez Benítez
Santiago López Méndez



VALIDADORES TEMÁTICOS



Diana Marcela Morales Isaza
Profesional Cluster Energía Eléctrica

Edison Cardona
Proyecto Gestión Inteligente de Energía
Interconexión Eléctrica S.A

Ramón León Candela
Proyecto Gestión Inteligente de Energía
Interconexión Eléctrica S.A

Alejandro Gutiérrez
Proyecto Gestión Inteligente de Energía
Interconexión Eléctrica S.A



Jaime Andrés Moreno
Gerente Tronex Industrial

Natalia Álvarez
Jefe de Línea Energías Alternativas

Vanesa Mejía
Líder de proyectos



VALIDADORES TEMÁTICOS



Eugenia María Duque
Profesional Desarrollo e Innovación

Luis Berrio
Profesional Desarrollo e innovación

Jorge I. Vélez
Profesional Desarrollo e Innovación

Carlos Vélez
Profesional Desarrollo e Innovación

Pedro Alejandro Eusse
Profesional Desarrollo e Innovación

Laura Calderón
Profesional Planeación Estratégica Corporativa



Gabriel Jaime Salazar
I+D Nuevos Negocios

ALCANCE DEL ESTUDIO

Almacenamiento de Energía: Baterías de Flujo, Baterías Plomo-ácido y Volantes de inercia

GENERALIDADES

- Contexto de la problemática.
- Descripción de tecnologías.
- Mapa mental del área de oportunidad.
- Información adicional.

MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

- Crecimiento de Mercado
- Drivers según tecnología
- Referentes - Compañías Líderes
- Perfiles de usuarios.
- Casos de éxito.

- Principales tendencias en investigación y desarrollo tecnológico
- Crecimiento en el número de publicaciones/patentes
- Nivel de madurez de los sistemas de almacenamiento de energía a partir de la producción científica (artículos) y de patentes

MERCADO DE TECNOLOGÍA

- Oportunidades para Medellín y la región, enfocadas a los sistemas de almacenamiento de energía basados en baterías
- Descripción del enfoque dado a cada oportunidad
- Capacidades requeridas y barreras potenciales de estas oportunidades

OPORTUNIDADES

Nota: Las baterías de Ion- Litio no se priorizaron en este estudio, dado que cuenta con un estudio previo y una actualización del mismo, el cual se enfoca en esta tecnología de almacenamiento de energía. (Corporación Ruta N, 2015), (Corporación Ruta N, 2016).

TABLA DE CONTENIDO



Nº de diapositiva

Generalidades del área de oportunidad.....	<u>13</u>
<i>Contexto de la problemática.....</i>	<u>14</u>
<i>Descripción de las tecnologías.....</i>	<u>15</u>
<i>Mapa Mental de área de oportunidad.....</i>	<u>19</u>
<i>Información adicional</i>	<u>20</u>
Mercado de productos y servicios.....	<u>22</u>
<i>Crecimiento de Mercado - Baterías Plomo Ácido.....</i>	<u>23</u>
<i>Drivers Plomo-Ácido.....</i>	<u>25</u>
<i>Empresas Referentes Baterías Plomo-Ácido.....</i>	<u>26</u>
<i>Caso de Éxito- Baterías Plomo-Ácido.....</i>	<u>28</u>
<i>Crecimiento de Mercado - Volantes de Inercia</i>	<u>30</u>
<i>Drivers Volantes de Inercia.....</i>	<u>31</u>
<i>Empresas Referentes Volantes de Inercia</i>	<u>32</u>
<i>Caso de Éxito- Volantes de Inercia</i>	<u>34</u>
<i>Crecimiento de Mercado - Baterías de Flujo</i>	<u>36</u>
<i>Drivers Baterías de Flujo</i>	<u>37</u>
<i>Empresas Referentes Baterías de Flujo.....</i>	<u>38</u>
<i>Caso de Éxito- Baterías de Flujo.....</i>	<u>41</u>
<i>Para tener en cuenta</i>	<u>43</u>
<i>Anexos y Referencias</i>	<u>44</u>

TABLA DE CONTENIDO



Nº de diapositiva

Mercado de Tecnología.....	<u>52</u>
<i>Tendencias en Investigación Baterías Plomo Ácido.....</i>	<i><u>53</u></i>
<i>Líderes en investigación Baterías Plomo Ácido.....</i>	<i><u>54</u></i>
<i>Tendencias en Desarrollo tecnológico Baterías Plomo Ácido.....</i>	<i><u>57</u></i>
<i>Líderes en Desarrollo tecnológico Baterías Plomo Ácido.....</i>	<i><u>58</u></i>
<i>Tendencias en Investigación Volantes de Inercia.....</i>	<i><u>61</u></i>
<i>Líderes en investigación Volantes de Inercia</i>	<i><u>62</u></i>
<i>Tendencias en Desarrollo tecnológico Volantes de Inercia</i>	<i><u>65</u></i>
<i>Líderes en Desarrollo tecnológico Volantes de Inercia</i>	<i><u>66</u></i>
<i>Tendencias en Investigación Baterías de Flujo</i>	<i><u>69</u></i>
<i>Líderes en investigación Baterías de Flujo</i>	<i><u>70</u></i>
<i>Tendencias en Desarrollo tecnológico Baterías de Flujo.....</i>	<i><u>73</u></i>
<i>Líderes en Desarrollo tecnológico Baterías de Flujo.....</i>	<i><u>74</u></i>
<i>Nivel de madurez.....</i>	<i><u>77</u></i>
<i>Para tener en cuenta.....</i>	<i><u>79</u></i>
Oportunidades.....	<u>82</u>
<i>¿Cómo esta Medellín?.....</i>	<i><u>83</u></i>
<i>Oportunidades y brechas.....</i>	<i><u>85</u></i>
<i>Recomendaciones finales.....</i>	<i><u>91</u></i>



ENERGÍA

1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD

En este capítulo se exponen las generalidades del área de oportunidad de almacenamiento de energía centrado en las necesidades de soporte de red eléctrica, integración de energías renovables y auto-generación.



CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA



¿Cuál es la necesidad?

- ✓ Almacenar Energía para ser entregada en los momentos reales de demanda.
- ✓ Mejorar el soporte de la red eléctrica: suministro de energía, control de picos, voltaje y frecuencia, energía de reserva.
- ✓ Reducir el costo de integración de las energías renovables en la industria, comercio y viviendas.
- ✓ Soluciones alternativas como respuesta a la demanda.



¿Por qué es una necesidad?



Generadores de Energía



Operador de Red



Ciudadanos y comercio



Medio ambiente

Almacenamiento de energía como mecanismo para mitigar la intermitencia de las energías renovables y mitigación del impacto de fenómenos climáticos como sequías, alivios de picos de potencia en horas de máxima demanda.

Ayuda a garantizar un suministro confiable de energía del operador de red a los usuarios finales.

Facilita la generación de energía por las industrias, comercio y viviendas a través de energías renovables y en su caso ofertarla a la red.

Posibilita y estimula la producción de energía limpia y menores emisiones.



Posibles Soluciones

- ✓ Adecuar la legislación en materia de energía con el objetivo de impulsar la respuesta de la demanda.
- ✓ Estimular la investigación y el desarrollo en las tecnologías con potencial para el país en asocio de Estado, universidad y empresa.
- ✓ Estructurar un modelo de negocio rentable para este tipo de tecnologías.

DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA - BATERIAS PLOMO ÁCIDO

TIPOLOGÍA//

Batería Plomo-Ácido

Lead-Acid Batteries

DESCRIPCIÓN//

Es el modo de almacenamiento mas ampliamente usado, el cátodo esta hecho de PbO_2 , el ánodo de Pb , y el electrolito es acido sulfúrico.

Tienen rápidos tiempos de respuesta, pequeñas ratas de auto-descarga diarias menores al 0.3%, eficiencias relativamente altas (63% - 90%) y bajos costos de capital (\$50-600 / kWh)

Instalaciones limitadas a nivel mundial a escala de transmisión/red debido al bajo ciclaje (hasta aprox. 2000), densidad de energía (50-90 W h/L) y energía especifica (25-50Wh/Kg) y desempeño pobre a bajas temperaturas.

La I+D en la actualidad se enfoca en:

1. Materiales Innovadores para mejora de desempeño, como aumentar los ciclos y mejorar la capacidad de descarga.
2. Implementar la tecnología plomo acido para aplicaciones de integración en eólica, fotovoltaica y sector automotriz. Muchas baterías avanzadas tienen respuestas rápidas comparables a volantes de inercia y supercapacitores que están en etapa de desarrollo o demostración.

TECNOLOGÍAS//

- Baterías Plomo - Acido
- Baterías Avanzadas Plomo y Acido



DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA - VOLANTE DE INERCIA

TIPOLOGÍA//

Volantes de Inercia

Flywheel Energy Storage System (FESS)

DESCRIPCIÓN//

Un FESS se alimenta de energía eléctrica y la almacena en forma de energía cinética, haciendo girar una masa llamada rotor el cual gira en un recinto casi sin fricción.

Un FESS moderno esta compuesto por cinco elementos fundamentales:

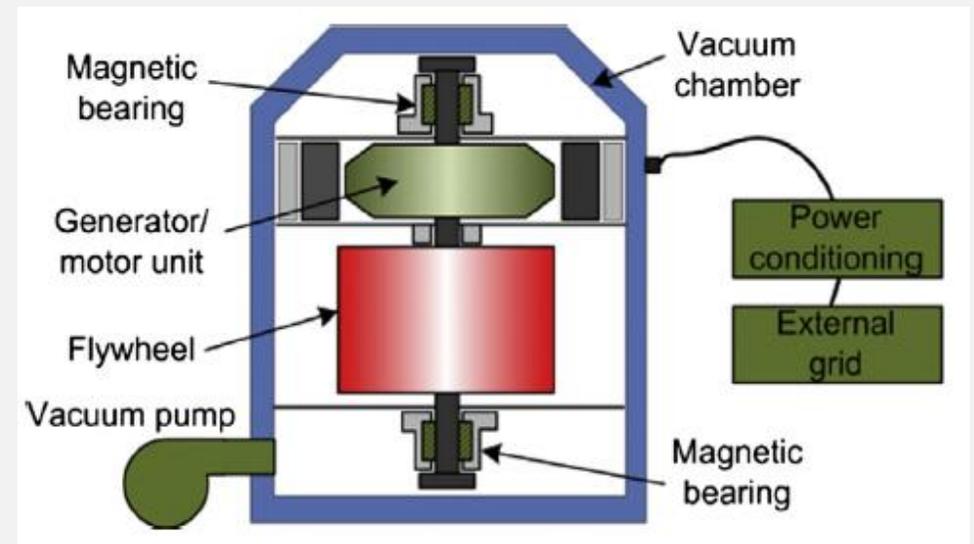
1. Una volante de inercia.
2. Un grupo de rodamientos.
3. Un motor/generador reversible.
4. Una unidad electrónica.
5. Una cámara de vacío.

Actualmente la I+D en FESS se enfoca en:

1. La mejora de materiales para mejorar su velocidad de rotación y densidad de energía,
2. Moto generadores de alta velocidad.
3. Y tecnología de rodamientos magnéticos.

TECNOLOGÍAS//

1. FESS de Baja Velocidad: que usan típicamente acero para la volante de inercia y rotan por debajo de las 60.000 rpm
2. FESS de Alta Velocidad: Usan materiales compuestos avanzados en la volante como fibra de carbono y puede girar hasta las 1000.000 rpm



DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA - BATERIAS DE FLUJO

TIPOLOGÍA//

DESCRIPCIÓN//

TECNOLOGÍAS//

Batería de flujo

Flow_Batterie Energy Storage (FBES)

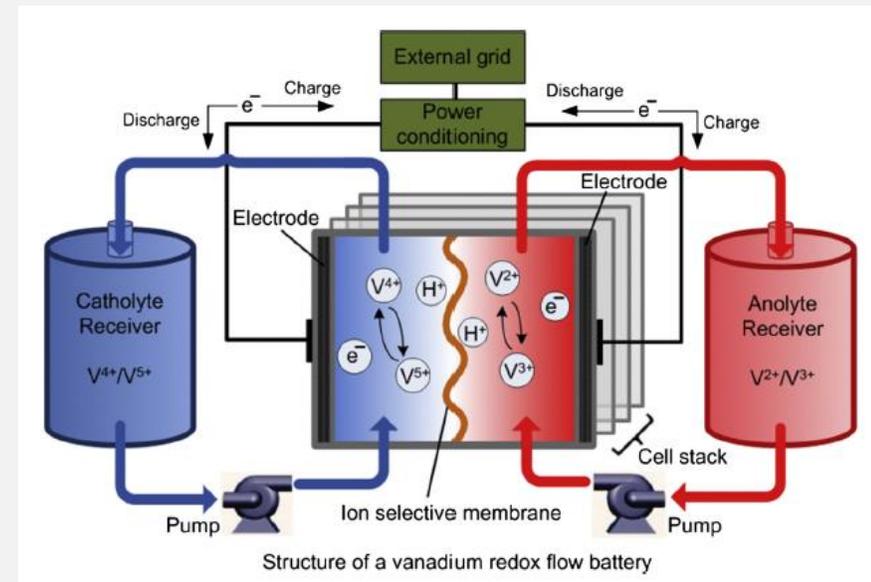
Almacenan energía en dos sustancias solubles contenidas en dos tanques externos de electrolitos. Estos electrolitos pueden ser bombeados desde los tanques hasta el conjunto de celdas que consta de dos compartimientos por donde fluye el electrolito separados por una membrana. La operación esta basada en una reacción de reducción-oxidación entre las soluciones de electrolitos.

Tienen la capacidad de actuar rápidamente ante demandas de energía debido a su alta respuesta de carga/descarga. Pueden proporcionar altas potencias durante cortos periodos de tiempo; sin embargo, poseen baja densidad de energía por volumen por lo que es necesario el uso de varias celdas para igualar la potencia en comparación a otras baterías. Otro factor a tener en cuenta es la complejidad del sistema y el costo de este.

La potencia depende del tamaño y número de electrodos y la capacidad de almacenamiento de energía depende del volumen de los tanques de almacenamiento de electrolito externos, esto hace el sistema altamente escalable y simple.

Principales:

- Batería Redox (Tecnología mas madura)
- Baterías de flujo hibridas, entre estas están:
 1. Bromuro de Zinc (ZnBr).
 2. Hierro Cromo (ICB)
 3. Polisulfide Bromine (PSB)
- Otras



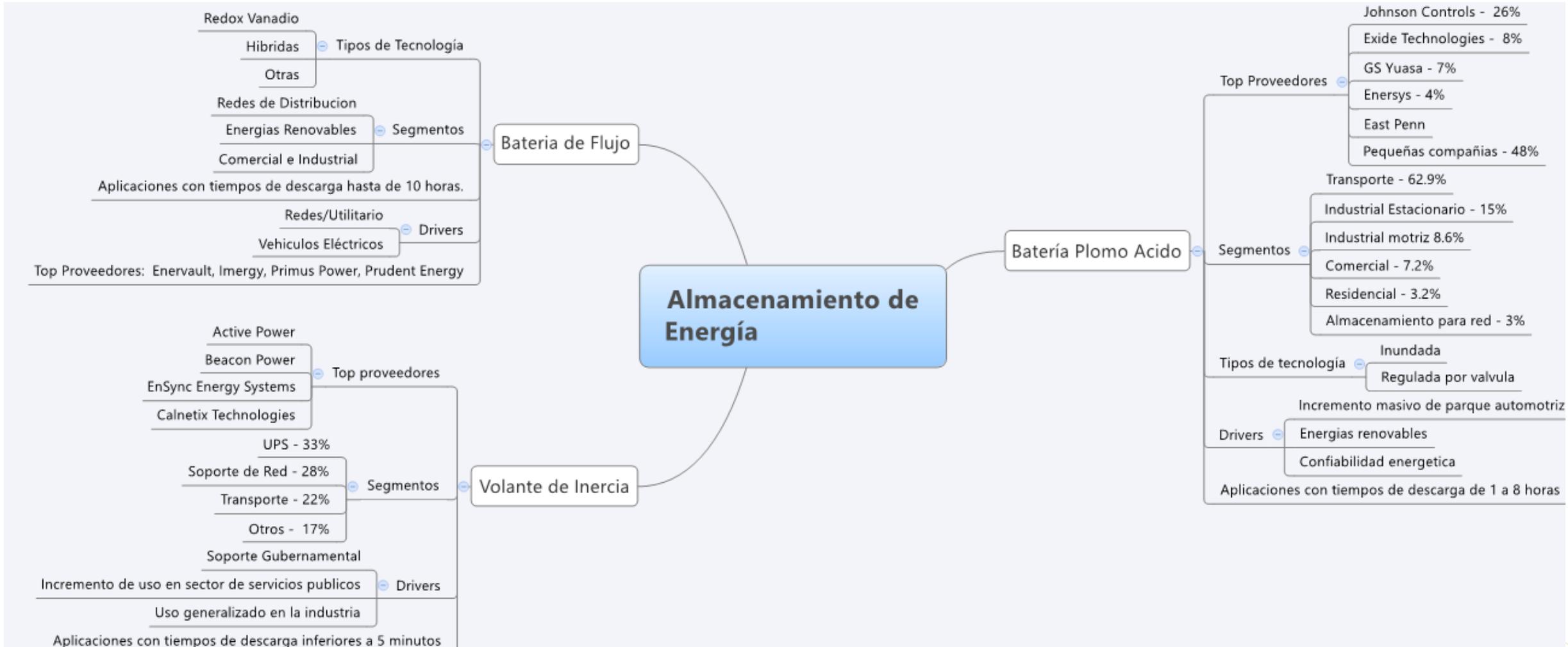
DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA - DATOS CLAVES

Storage systems	Power	Energy	Discharge duration
Lead-acid battery	500 kW	100 MWh	1-8 hours
Flywheels	500 kW-1 MW	100 kWh-100 MWh	<5 minutes
Flow batteries	100 kW-10 MW	1-100 MWh	10 hours

Battery type	Efficiency (%)
Flywheel	75%-95%
Sodium sulfur	Above 90%
Lithium ion	80%-90%
Nickle-cadmium	70%-90%
Iron-chromium flow battery	70%-80%
Nickle-iron	65%-80%
Vanadium redox flow battery	60%-80%
Zinc-bromine flow battery	65%-75%



MAPA MENTAL - ÁREA DE OPORTUNIDAD



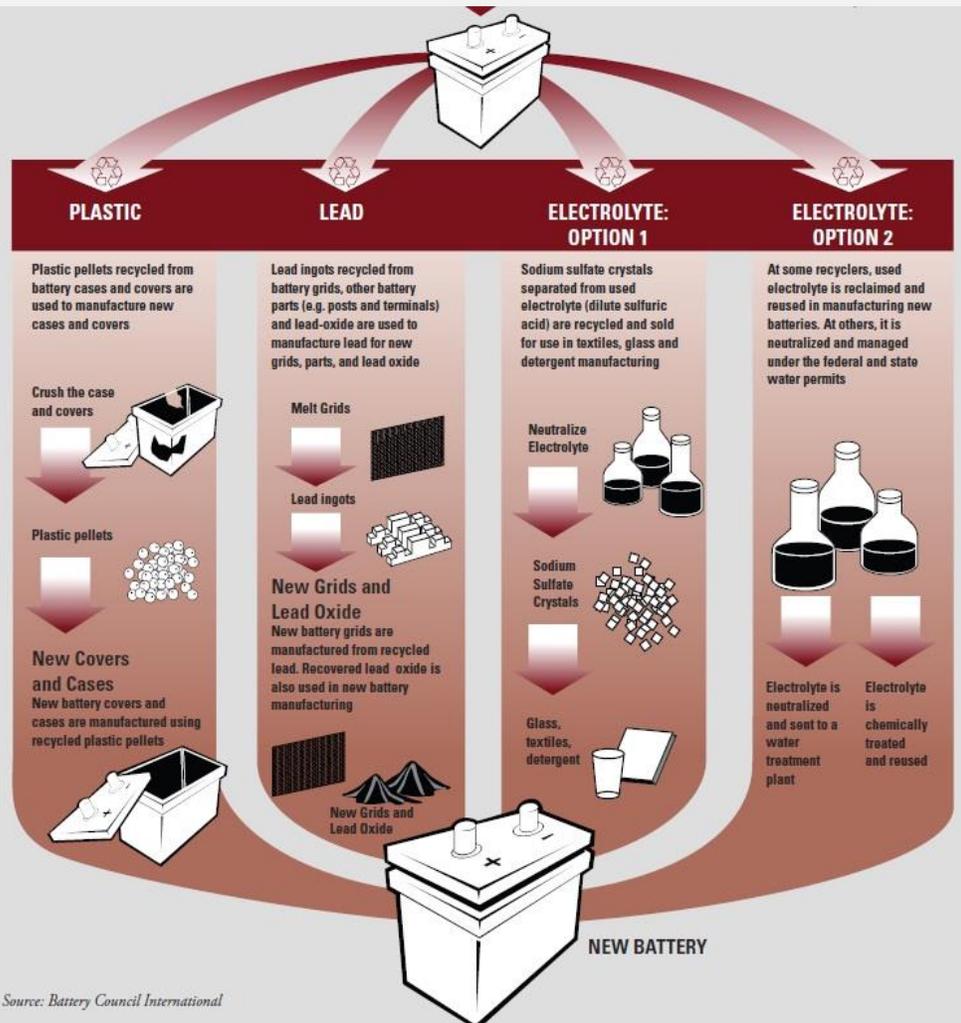
INFORMACIÓN ADICIONAL

Technology	Maturity	Cost (\$/kW)	Cost (\$/kWh)	Efficiency	Cycle Limited	Response Time
Pumped Hydro	Mature	1,500 - 2,700	138 - 338	80-82%	No	Seconds to Minutes
Compressed Air (Underground)	Demo to Mature	960 - 1,250	60 - 150	60-70%	No	Seconds to Minutes
Compressed Air (Aboveground)	Demo to Deploy	1,950 - 2,150	390 - 430	60-70%	No	Seconds to Minutes
Flywheels	Deploy to Mature	1,950 - 2,200	7,800 - 8,800	85-87%	>100,000	Instantaneous
Lead Acid Batteries	Demo to Mature	950 - 5,800	350 - 3,800	75-90%	2,200 - >100,000	Milliseconds
Lithium-ion Batteries	Demo to Mature	1,085 - 4,100	900 - 6,200	87-94%	4,500 - >100,000	Milliseconds
Flow Batteries (Vanadium Redox)	Develop to Demo	3,000 - 3,700	620 - 830	65-75%	>10,000	Milliseconds
Flow Batteries (Zinc Bromide)	Demo to Deploy	1,450 - 2,420	290 - 1,350	60-65%	>10,000	Milliseconds
Sodium Sulfur	Demo to Deploy	3,100 - 4,000	445 - 555	75%	4,500	Milliseconds

Fuente: Energy Storage Opportunities and Challenges, A West Coast Perspective White Paper. ECOFYS, Abril 4 de 2014
 Los costos están expresados en dólares del año 2010

CICLO DE VIDA DE PRODUCTO

Baterías Plomo-Acido



Volantes de Inercia

1. Una volante de inercia.
2. Un grupo de rodamientos.
3. Un motor/generador reversible.
4. Una unidad electrónica.
5. Una cámara de vacío.

Todos los elementos que componen las volantes de inercia son de materiales convencionales que se pueden integrar a la cadena de reciclaje convencional.



Baterías de Flujo

1. Dificultades en el reciclaje del electrolito, membranas y electrodos, sin embargo se proyectan vidas útiles de hasta 20 años.
2. El resto de equipos, tanques, tubería son equipos convencionales y 100% reciclables.

ENERGÍA

2.

MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

En este capítulo se exponen los tamaños y pronósticos de mercado de las tecnologías definidas en el alcance, las empresas referentes a nivel mundial, referentes en la disposición final de estas tecnologías y algunos casos de éxito o fracaso de las mismas.

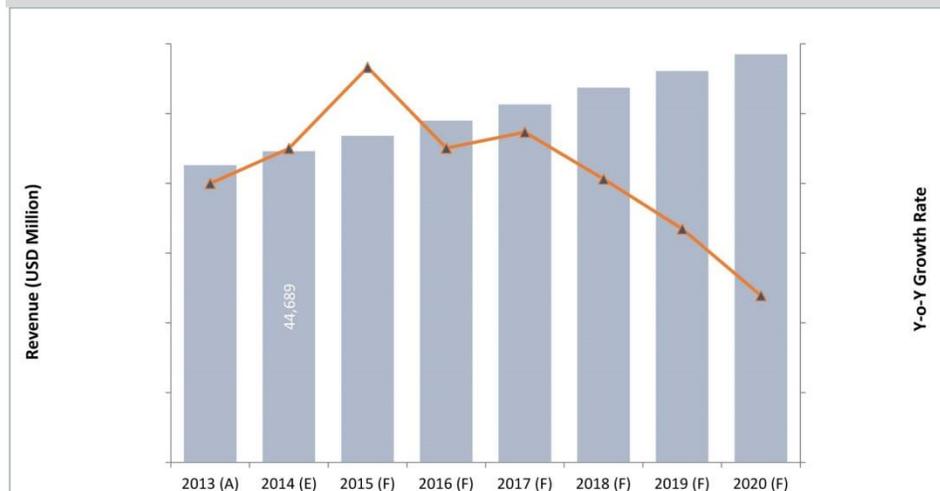


CRECIMIENTO DEL MERCADO BATERÍAS PLOMO-ÁCIDO

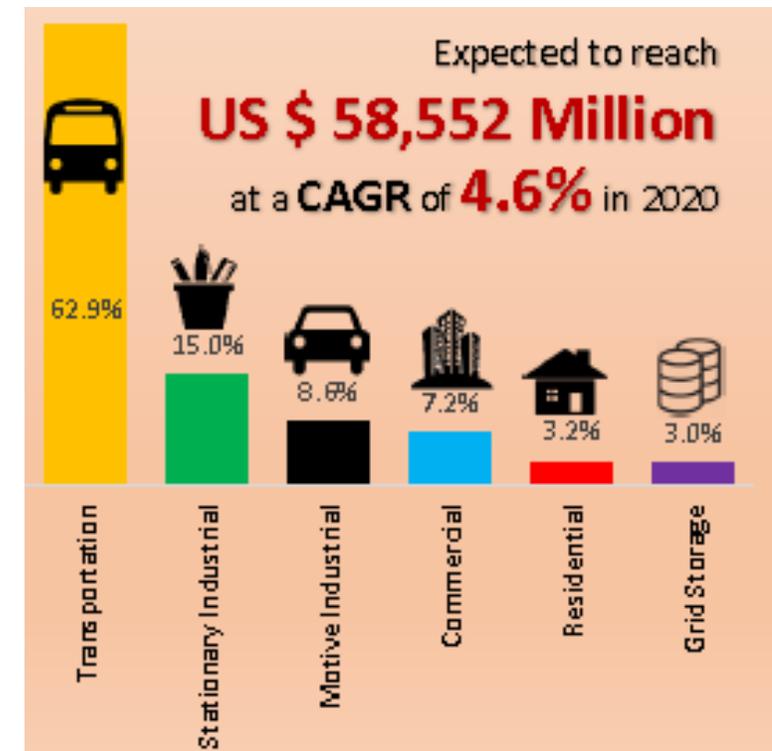
- ✓ El mercado global de baterías de plomo-acido esta proyectado que alcanzara \$58.5 mil millones de dólares para 2020 con un crecimiento anual estimado de 4.6% durante el periodo de estudio.
- ✓ La industria automotriz es el usuarios mas grande de esta tecnología en el mundo, limitaciones técnicas como la baja densidad de energía y su peso no han sido limitantes para su crecimiento.
- ✓ Industrial estacionario será segmento de mayor crecimiento durante el periodo de predicción con un 8.6%. El almacenamiento de energía para la red sigue siendo un mercado minúsculo para esta tecnología y se prevé que tenga un crecimiento de 7.3% durante el periodo entre 2014 y 2020.
- ✓ En el 2014, Asia-Pacífico lidero el mercado de baterías de plomo acido y su mercado estuvo valorado en 15,297 millones de dólares y se proyecta crecerá hasta los 19,881 Millones de dólares para 2020. A pesar de que Europa Occidental tiene una cuota minúscula del mercado, se espera que registre el mayor crecimiento año a año hasta 2020 con un 5.5%.
- ✓ El principal driver de este mercado son los automóviles y motocicletas y el rápido crecimiento urbano.

Tamaño mercado 2014 \$44,689 Millones USD	Tamaño mercado 2020 \$58,582 Millones USD
Estimado	Proyección
Crecimiento anual esperado de 4.6% durante el periodo	

Figure 1: Lead Acid Battery Market Value (US\$ Mn.) and Y-o-Y Growth Forecast, 2013-2020

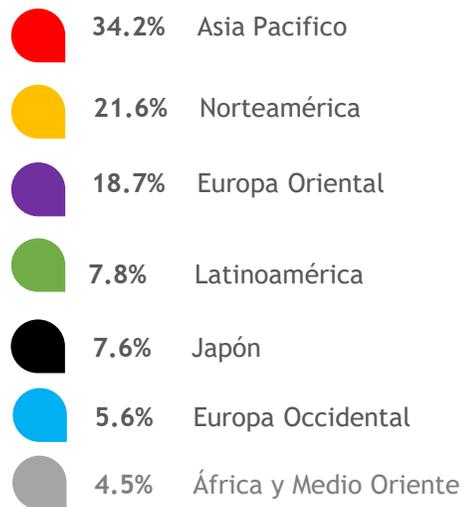


Source: FMI, 2014



MERCADO POR REGIONES EN 2014 - PLOMO-ÁCIDO

Oportunidades en
2014 por regiones

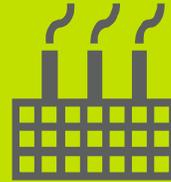


DRIVERS- PLOMO-ÁCIDO



Crecimiento parque automotor

- El 62% del mercado de las baterías de este tipo esta en vehículos particulares, el crecimiento de vehículos particulares es veloz.
- Rápida urbanización de países emergentes y en vía de desarrollo.



Crecimiento Industria

- La aplicación de baterías para el segmento industrial estacionario es el que mas crecerá hasta el 2020. En general el uso de baterías plomo acido esta correlacionado con el crecimiento de la industria ya que estas baterías se usan en todo tipo de equipos industriales.



Energías Renovables

- El crecimiento veloz de instalaciones de energía solar en viviendas y comercio jalonará el uso de baterías plomo-ácido que por su bajo costo son competitivas.
- Las baterías avanzadas de plomo-ácido se están abriendo campo para almacenar energía e integrar renovables.

EMPRESAS REFERENTES BATERIAS PLOMO-ÁCIDO

ENTIDAD



JOHNSON CONTROLS

Empresa líder del mercado de baterías plomo-ácido para carros, camiones livianos, y vehículos de trabajo con un 26% del mercado, representado en múltiples marcas.

Multinacional

<http://www.johnsoncontrols.com/batteries/lead-acid-batteries/battery-brands>



PRODUCTO/SERVICIO



- VARTA ® es la batería Premium preferida en Europa desde 1887, ahora se esta convirtiendo en una marca global con grandes crecimientos en Asia y Suramérica.
- MAC ® es la marca de baterías vehiculares líder en Suramérica, produciendo millones de baterías para carros y aplicaciones pesadas.



Exide Technologies

Exide tiene operaciones en mas de 80 países tiene los productos y servicios para atender las necesidades de almacenamiento de energía en el mercado de transporte y la industria, tiene 120 años en el negocio de las baterías del cual tiene el 8% del mercado.

<http://www.exide.com/co/es>



- División Transporte: Baterías de ciclo profundo para multitud de aplicaciones: automotriz, SUV, camiones, comercial, marino.
- GNB Motive Power : Baterías de para aplicaciones de montacargas, grúas y plataformas aéreas de trabajo, vehículos guiados automatizados, minería subterránea, y locomotoras.
- GNB Network Power : Baterías de para aplicaciones de telecomunicaciones, computadoras, sistemas de seguridad, sistemas de generación de energía, y energías alternativas,

PERFILES DE USUARIOS CLIENTES - PLOMO-ÁCIDO



Vehículos

Este es el segmento y usuario final más importante para las baterías plomo-ácido el cual abarca el 62% del mercado.



Aplicaciones Estacionarias y Motrices Industriales

Este segmento consume el 23.6% del mercado de baterías plomo-ácido y es el que se espera más crezca hasta el 2020.



Almacenamiento de Energía de consumidor final

- Almacenamiento de Energía para la Red (3%)
- Almacenamiento de Energía y uso residencial.
- Aplicaciones en comercio

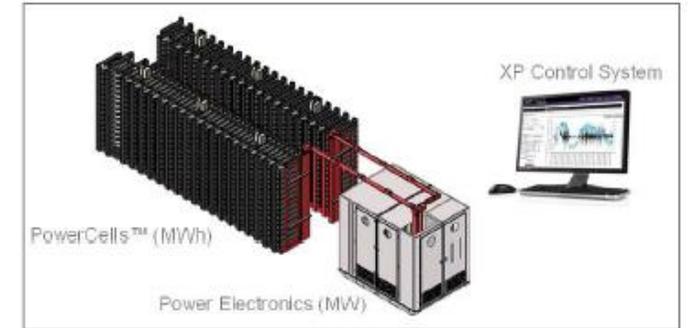
Este segmento jalona el 13.4% del mercado.

CASO DE ÉXITO- BATERÍAS PLOMO-ÁCIDO

Notrees Energy Storage Project

Demostración de almacenamiento de energía eólica en Texas, el proyecto que tiene como objetivo resolver problemas de intermitencia de energía en un parque eólico operado por Duke Energy®, el proyecto Notrees tiene como base tecnología plomo-acido avanzada con una instalación con capacidad de 36MW / 24MWh en instalaciones modulares en un área de 560 m².

<https://www.smartgrid.gov/files/Duke-Notrees-2013-TPR-final.pdf>



OBJETIVOS

- Integrar almacenamiento con la producción de energía renovable.
- Mejorar el uso dado a la energía generada por Duke a través del almacenamiento durante los periodos de generación en horario no pico.
- Demostrar los beneficios del almacenamiento para prestar servicios complementarios a la red.
- Probar que el almacenamiento es comercialmente viable a escala de redes.

TECNOLOGIA

- Baterías Plomo-Ácido Avanzadas
- Integrador tecnológico: X-treme Power (XP).
- 36MW/ 24MWh
- Módulos ubicados en edificación de 560m² (6000 pies²).
- 24 Dinamic Power Modules (DPM™), cada uno de 1,5 MVA continuo.
- 12 DPM™ Cooling Pump Skids
- 24 DPM™ Intercambiadores de calor aire-agua.
- 24 Sistemas de Almacenamiento de Energía Power-Cell™

ALIADOS



UBICACIÓN

Granja Eólica Notrees, ubicada en West Texas con una capacidad de generación de 152,6 MW, la construcción inició en diciembre de 2011 y en funcionamiento en Enero de 2013.

<https://www.duke-energy.com/commercial-renewables/notrees-windpower.asp>

ANEXO-OTRAS CASOS BATERÍAS PLOMO-ÁCIDO

Selected lead–acid battery energy storage facilities [4,13,67,75,76].

Name/locations	Characteristics	Application area
BEWAG, Berlin	8.5 MW/8.5 MW h	Spinning reserve, frequency control
Chino, California	10 MW/40 MW h	Spinning reserve, load leveling
PREPA, Puerto Rico	20MW/14 MW h	Spinning reserve, frequency control
Metlakatla, Alaska	1 MW/1.4 MW h	Enhancing stabilization of island grid
Kahuku Wind Farm, Hawaii	15 MW/ 3.75 MW h	Power management, load firming, grid integration
Notrees EES project, U.S.	36 MW/24 MW h	Solving intermittency issues of wind energy

CRECIMIENTO DEL MERCADO VOLANTES DE INERCIA

- ✓ Se espera que el mercado de almacenamiento de energía a través de volantes de inercia crezca a un promedio de 19,6% anual entre el 2015 y 2020.
- ✓ La aplicación con crecimiento mas veloz es la de “Load Following”, que pasara de \$109 US Millones a \$286,5 US Millones para 2020, con un promedio anual de crecimiento del 21,3%.
- ✓ Los principales “drivers” se resumen en apoyo gubernamental, el incremento del uso de volantes de inercia en el sector de servicios públicos y operadores de red, y el uso amplio en industria.
- ✓ Los principales retos que tiene esta tecnología y su mercado son: El alto costo inicial, falta de conocimiento de la tecnología por el mercado y cuestiones técnicas relacionadas con volantes de baja velocidad.

Tamaño mercado 2015 \$390 Millones USD	Tamaño mercado 2020 \$955 Millones USD
Crecimiento mercado 2016 18,2%	Crecimiento mercado 2019 21,4%

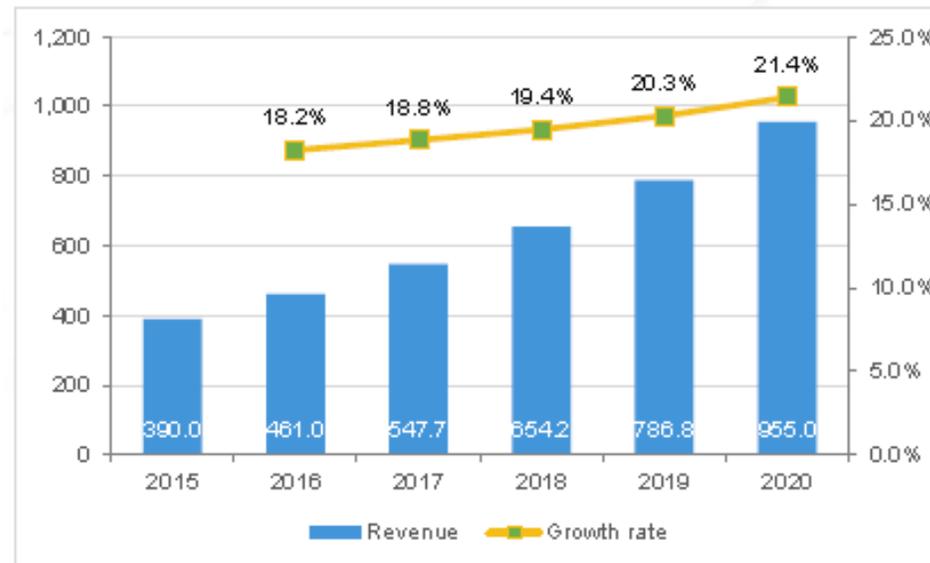
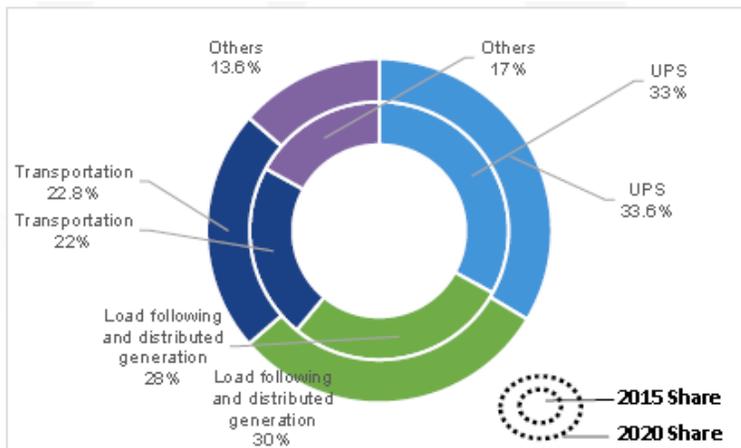
Segmentación del mercado por geografía

38%	40%	América
41%	38%	EMEA
21%	22%	APAC

2015 2020



Segmentación de mercado por aplicación



DRIVERS TECNOLOGÍA VOLANTES DE INERCIA



Apoyo Gubernamental

- Varios gobiernos en el mundo están suministrando apoyo a fabricantes de volantes de inercia.
- La financiación y apoyo de energías renovables, apoya directamente el mercado de almacenamiento.
- Muchos países desarrollados realizan inversiones para mejorar confiabilidad, resiliencia y eficiencia de la red.



Incremento del uso de redes de transmisión

- Soporte de energías renovables intermitentes como la solar y eólica.
- Gran uso para balancear la red, regulación de frecuencia y otros servicios complementarios que requieren las redes de transmisión.



Uso en la industria

- Amplio uso en la aviación, sector automotriz, vehículos de transporte en los cuales reduce sustancialmente el consumo de combustible.
- Almacenamiento de energía de frenado.

EMPRESAS REFERENTES VOLANTES DE INERCIA

ENTIDAD



Active Power

La compañía con instalaciones en Austin Texas, diseña y manufactura sistemas de back up y UPS basados en una volante de inercia patentada. En 2014 la compañía tenía alrededor de 204 empleados y entrego mas de 4000 UPS basadas en volantes de inercia y mas de 900MW a clientes en 50 países.

Su enfoque son los bajos costos de operación y baja tasa de falla versus otros tipos de UPS.

Estados Unidos

<http://www.activepower.com/es>

PRODUCTO/SERVICIO



CleanSource 750HD de Active Power proporciona densidad de potencia, confiabilidad y costo total de propiedad sin igual. Se basa en nuestra comprobada CleanSource UPS de volante cinético, aumentada para hacerla la solución perfecta para los centros de datos de hoy día. CleanSource 750HD también introduce un nuevo nivel de confiabilidad y flexibilidad de diseño con su opción gabinete de tiempo extendido, soportando hasta 30 minutos de tiempo de ejecución. Capacidad: 675 KW



Beacon Power

Nació en 1997 y radicada en Massachusetts diseño y fabricación de volantes de inercia enfocados a los segmentos de Integración de Energías Renovables y soporte de red, nació en 1997 como producto de un Spin-off de SatCons Energy Systems Division.

Tienen 3 plantas operativas en la actualidad, con potencias de hasta 20MW.

Estados Unidos

<http://beaconpower.com/>



Hazle Township, Pennsylvania

Es la segunda planta de Beacon con capacidad de 20MW para regulación de frecuencia en la red. Localizada en Hazle, PA.

Esta planta incluye 200 volantes de inercia y alcanzo operación comercial completa en Julio de 2014.

PERFILES DE USUARIOS CLIENTES - VOLANTES DE INERCIA



UPS (Uninterrupted Power Supply)

Una de las aplicaciones largamente comercializadas en reemplazo de las UPS tradicionales con baterías plomo-ácido.

Todavía el costo de estas UPS está un 35% superior a las convencionales lo que ha frenado un poco este campo, sin embargo su alta confiabilidad le ha permitido ganar nichos.



Servicios a redes de energía

Servicios pagos de control de frecuencia, voltaje, reserva, etc. a la red de distribución (Ancillary Services).

Almacenamiento de Energías renovables.



Transporte

Aplicaciones para almacenamiento de energía que reducen consumo de combustible para carros, buses, camiones y camiones que usan transmisiones CVT o transmisiones híbridas .

CASO DE ÉXITO- VOLANTES DE INERCIA



Hazle Spindle LLC

Beacon Power diseña, construye y opera un sistema de almacenamiento de 20MW en base a volantes de inercia en el Humboldt Industrial Park en Hazle Township, PEN. La planta proveerá servicios de regulación de frecuencia al operador de la red PJM Interconnection. Presupuesto: USD 52.415.000 y vida útil de 20 años.

La planta proveerá una respuesta inferior a 4 segundos a cambios de frecuencia.

<http://beaconpower.com/hazle-township-pennsylvania/>



OBJETIVOS

- Demostrar y acelerar el despliegue de volantes de respuesta rápida para regulación de frecuencia.
- Estimular la demanda del mercado internacional de volantes de inercia para almacenamiento de energía.
- Cuantificar y verificar la viabilidad comercial y escalabilidad de esta tecnología.
- Incrementar la capacidad de generación y disminuir la congestión.

TECNOLOGIA

- 200 volantes de Inercia Gen4 con rotor de fibra de carbono , cada una tiene una capacidad nominal de 0.1MW y 0.025MWh para una capacidad total de planta de 20MW y 5MWh.
- Inicio de operación al 100%, Julio de 2014.

ALIADOS



www.beaconpower.com
www.pjm.com
www.pplelectric.com

UBICACIÓN

Hazle Township, Pennsylvania.

OTROS CASOS - VOLANTES DE INERCIA

Firms/Institutes	Characteristics	Application area
Active Power Company	Clean Source series 100–2000 kW	Backup power supply, UPS systems
Beacon Power Company	100/150 kW a unit, 20 MW/5 MW h plant	Freq. regulation, power quality, voltage support
Boeing Phantom Works	100 kW/5 kW h, HT magnetic bearings	Power quality and peak shaving
Japan Atomic Energy Center	235 MVA, steel flywheel	High power supply to Nuclear fusion furnace
Piller power systems Ltd.	3600–1500 rpm, 2.4 MW for 8 s	Ride-through power and sources of backup power
NASA Glenn research center	2×10^4 – 6×10^4 rpm, 3.6 MW h	Supply on aerospace aviation & other transports

Fuente: Xing, L., Wang, J., Dooner, M. (2015). Overview of current development in electrical energy storage technologies and application in potential power system operation. Applied Energy Journal.



CRECIMIENTO DEL MERCADO BATERÍAS DE FLUJO

- ✓ El mercado de baterías flujo se espera que crezca un promedio anual de 9,4% hasta 2020, debido al incremento en Investigación y Desarrollo y al apoyo del gobierno.
- ✓ El segmento de baterías de flujo híbridas crecerá significativamente a una tasa anual de 11,4%, este crecimiento se debe principalmente a altas densidades de energía y bajos costos.
- ✓ El crecimiento del uso de baterías de flujo en aplicaciones como UPS, Vehículos Eléctricos, almacenamiento de energías renovables, aplicaciones en redes están impulsando el mercado.
- ✓ Los mercados finales claves para esta tecnología son: el utilitario (redes, industria, etc.) y los vehículos eléctricos en Europa.

Tamaño mercado 2015 \$118 millones USD	Tamaño mercado 2020 \$185 millones USD
Tasa de crecimiento 2016 : 8.4%	Tasa de crecimiento 2020 : 10.4%

Segmentación del mercado por geografía



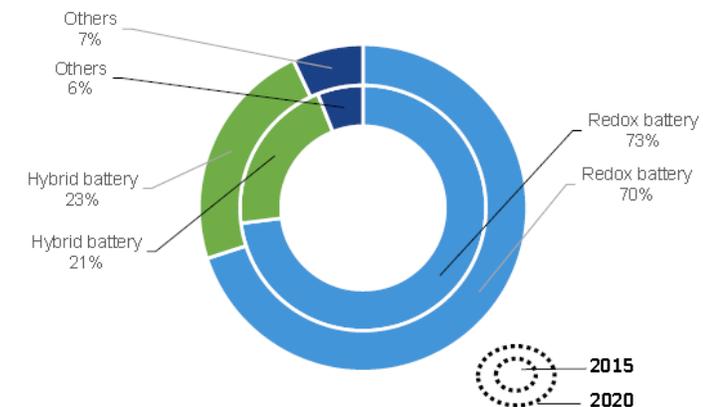
44%	43.1%	América
32.5%	32.7%	EMEA
23.5%	24.2%	APAC

2015 2020

En 2013, GE hablo de una batería de flujo con una densidad de 1350 Wh/kg que combinada con una celda de combustible empujaría la autonomía hasta las 240 millas. El costo de producción sería 75% menos que un pack de baterías de litio. Sin embargo esto es en teoría y la empresa esta trabajando en un prototipo funcional.

En 2015, NanoFlowCell AG, un fabricante de vehículos lanzo el Quantino, un prototipo basado en batería de flujo con autonomía de 370 millas, 0 a 62mph en 2.8 segundos y velocidad máxima de 218 mph.

<http://www.nanoflowcell.com/>



DRIVERS TECNOLOGÍA - BATERÍAS DE FLUJO



Apoyo Gubernamental

- Gobiernos de países como Japón, USA, India y Corea del Sur apoyan el uso de energías renovables con diversos incentivos y opciones de financiamiento. A mayor cantidad de renovables, mayor almacenamiento.
- 2014, DOE's Smart Grid Program invirtió 3.2 USD millones en sistema de baterías de flujo en Washington State University.
- 2014, ARPA-E premio al Illinois Institute of Technology con 3.4 USD millones para desarrollar batería de flujo vehicular.
- Proyecto Horizon 2020 presupuesto de 1440 millones de dólares para diversos proyectos entre estas baterías de flujo.



Incremento de I+D+i

- Gobiernos y privados están realizando joint-ventures para desarrollar y comercializar baterías de flujo para aplicaciones como montacargas, camiones de aeropuertos, etc.
- Casi todas las baterías de flujo usan membranas NAFION de DuPont, ARPA-E y otros trabajan en reemplazarlas con biopolímeros renovables más económicos.
- DOE ha instalado algunos proyectos para reducir el costo de las baterías a 180 USD/KW, altas densidades de carga, nuevos electrodos y mejorar sistemas diferentes al REDOX.



Avances Tecnológicos

- La transición de elementos metálicos a moléculas sintetizadas es un avance tecnológico vital que está sucediendo.
- Electrolitos orgánicos más económicos.

REFERENTES BATERÍAS DE FLUJO

ENTIDAD



UNIENERGY TECHNOLOGIES

Descripción. Fundada en 2012, UET provee bajo la modalidad llave en mano soluciones de almacenamiento de energía de escala de megavatios que pueden entregar simultáneamente potencia y energía para comercio&industria, microredes y aplicaciones de soporte de red.

<http://www.uettechnologies.com/>

PRODUCTO/SERVICIO

Uni.System™

- Cada Unisystem™ entrega 600KW de potencia y 2.2MWh de energía consumiendo solo el espacio de cinco (5) contenedores de 20 pies.
- El sistema puede ser desplegado y operado con una densidad de mas de 20MW por acre y de 40MW y si los contenedores son montados uno encima del otro en parejas.
- El sistema esta contenerizado lo que genera flexibilidad en las operaciones.



American Vanadium

Descripción. Es una compañía integrada de almacenamiento de energía y el representante de ventas en Norteamérica de la batería de flujo de vanadio CellCube que es desarrollada y producida por GILDEMEISTER Energy Solution.

<http://www.americanvanadium.com/index.php>

<http://energy.gildemeister.com/en>



- Sistema de almacenamiento de energía, con diseño modular basado en la tecnología de reducción de Vanadio, las primeras pruebas de campo fueron realizadas en el año 2004.
- Modelos disponibles para 10, 20, y 30KW con 40, 70, 130MWh correspondientemente.
- En el 2012 lanzan al mercado unidad modular en la escala de los megavatios.

REFERENTES BATERIAS DE FLUJO

ENTIDAD



IMERGY POWER SYSTEMS

Compañía estadounidense fundada en 2005 y localizada en Silicon Valley que construye baterías de flujo redox de vanadio para cuatro segmentos: Comercial&Industrial, Redes, telecomunicaciones, y residencial.

Estados Unidos

<http://www.imergy.com/>

PRODUCTO/SERVICIO



- **ENERGY STORAGE PLATFORMS (ESP)**
- Sistemas de almacenamiento de energía modulares de bajas capacidades que van desde 5KW (@15-30kwh) hasta 250KW @ 1MWh con diseño contenerizado.

RedFlow Energy Storage Solutions

Empresa australiana fundada en 2005 cuyo centro de investigación y desarrollo esta en Brisbane, es la primera de las empresas de baterías de flujo que terceriza su manufactura.



El producto central de Redflow son las ZBMs que son baterías híbridas de bromuro de zinc escaladas desde pequeñas aplicaciones comerciales hasta de larga escala de almacenamiento contenerizadas.

Australia

<http://redflow.com/>

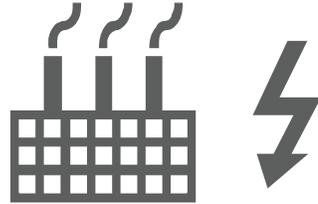
<https://www.zcell.com/>

Fabricante tercerizado: <https://www.flextronics.com/>



- **Z Cell**
- Sistema de Almacenamiento de energía pensado para uso residencial, basado en tecnología de bromuro de zinc con capacidad de entregar 10Kwh cada 24 horas, almacenado la energía recolectada a través de paneles solares o horas de venta barata de energía de la red.

PERFILES DE USUARIOS CLIENTES - BATERÍAS DE FLUJO



Utility Sector

Impulsado por el almacenamiento para energías renovables.

Posibilidades de respuesta de demanda y almacenamiento de energía por el usuario final para obtener mejores tarifas.

Servicios de soporte de red, control de voltaje, picos, etc.



Vehículos Eléctricos

Pese a las dificultades continúan grandes inversiones en investigación.

En 2013, GE habló de una batería de flujo con una densidad de 1350 Wh/kg que combinada con una celda de combustible empujaría la autonomía hasta las 240 millas.

En 2015, NanoFlowCell AG, un fabricante de vehículos lanzó el Quantino, un prototipo basado en batería de flujo con autonomía de 370 millas,

CASO DE ÉXITO- BATERÍAS DE FLUJO



GILL ONIONS - CALIFORNIA

La compañía Gill Onion que se dedica a la manufactura de alimentos, contrata Prudent Energy para construir, operar y mantener un sistema de almacenamiento de energía tipo Vanadio Redox, esto con el fin de realizar las compras de energía en la noche hora en la que es mas económica y usarla durante su producción en día. El operador tiene como ganancia un % de los ahorros en facturas de electricidad.

<http://energystorage.org/energy-storage/case-studies/peak-shaving-and-demand-charge-avoidance-prudent-energy-vanadium-redox>



OBJETIVOS

- Reducir la factura de energía comprándola a horas no pico en miles de dólares anuales.

TECNOLOGIA

- El VRB ESS® en Gill Onions consiste en tres módulos de 200KW con suficiente electrolito para proveer 6 horas de almacenamiento. Esto permite al VRB® proveer 6 horas de energía a 600KW (3,6MWh) durante el periodo de cobro mas costoso de la red.
- En adición, el VRB® responderá a los picos para reducir los consumos de energía.
- El VRB® puede cambiar en segundos de 100% cargando a 100% descargando energía

ALIADOS



<http://www.pdenergy.com/index.php>

<http://www.gillsonions.com/>

OTROS CASOS - BATERÍAS DE FLUJO

Name/locations	Power/capacity	Application area
Edison VRB EES facility, Italy	5 kW, 25 kW h	Telecommunications back-up application
Wind power EES facility King Island, Australia	200 kW, 800 kW h	Integrated wind power, foil fuel energy with EES
Wind Farm EES project, Ireland	2 MW, 12 MW h	Wind power fluctuation mitigation, grid integration
VRB EES facility installed by SEI, Japan	1.5 MW, 3 MW h	Power quality application
VRB facility by PacifiCorp, Utah, U.S.	250 kW, 2 MW h	Peak power, voltage support, load shifting
VRB EES system build by SEI, Japan	500 kW, 5 MW h	Peak shaving, voltage support

Fuente: Xing, L., Wang, J., Dooner, M. (2015). Overview of current development in electrical energy storage technologies and application in potential power system operation. Applied Energy Journal.



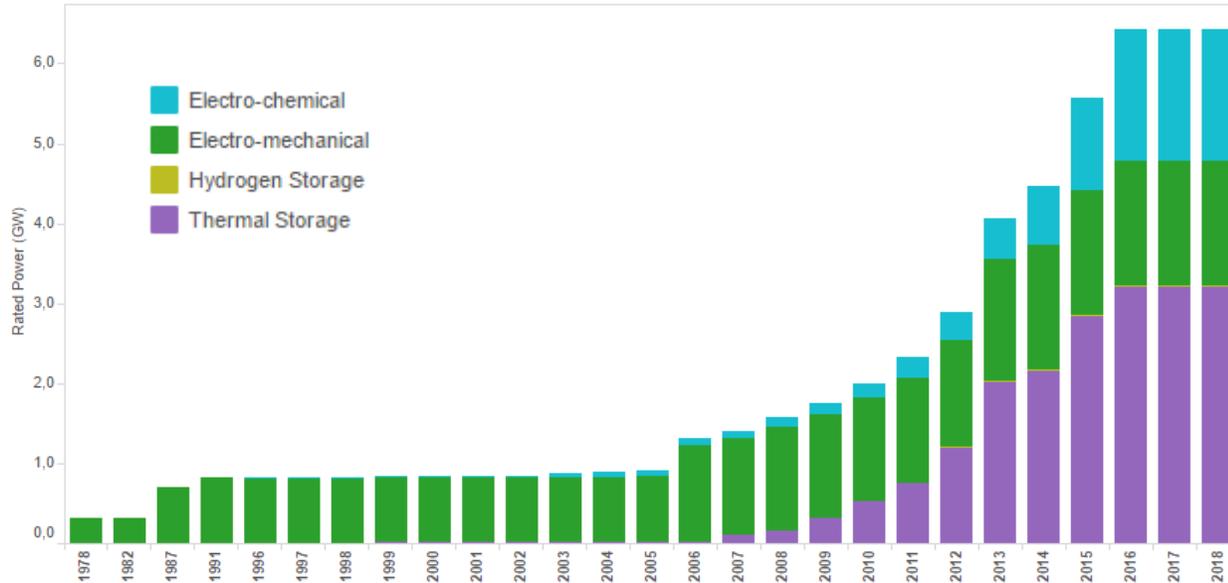
PARA TENER EN CUENTA

- **Crecimiento del mercado promovido por energías renovables intermitentes.** El mercado de almacenamiento de energía esta creciendo conforme al crecimiento de energías renovables intermitentes y al interés de los usuarios de administrar inteligentemente su demanda de energía y la necesidad de prestar servicios auxiliares a la red.
- **Crecimiento para el mercado de baterías impulsado por el sector automotriz y energías renovables.** El mercado de baterías de plomo - ácido seguirá principalmente impulsado por el crecimiento del mercado automotriz y este será el segmento mas grande del mercado a largo plazo, de igual modo la aplicación de baterías de plomo - ácido para almacenamiento de energía en la industria y para energías renovables crecerá a un ritmo mayor en los próximos años.
- **Volantes de inercia tecnología con mayor crecimiento del mercado.** De las tecnologías vigiladas las volantes de inercia son las que poseen mayor crecimiento de su mercado, sin embargo su aplicación depende de la regulación específica de cada país y que se paguen servicios auxiliares a la red.
- **Baterías de flujo tecnología prometedora.** Las baterías de flujo son una tecnología prometedora para la gestión de la demanda desde el usuario final, hay varios proveedores, provee autonomías de utilidad industrial, y su implementación es modular. Sin embargo la tecnología está en etapa de demostración.



ANEXO-HISTÓRICO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Histórico de Proyectos para almacenamiento de energía



Technology Type	Projects	Rated Power (MW)
Electro-chemical	974	3041
Pumped Hydro Storage	352	183800
Thermal Storage	206	3622
Electro-mechanical	70	2616
Hydrogen Storage	13	18
Liquid Air Energy Storage	2	5

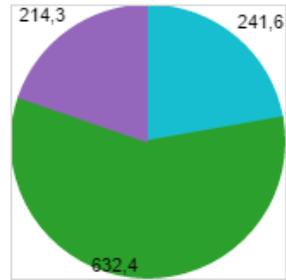
Ubicación de Proyectos para almacenamiento de energía



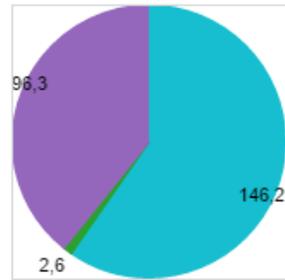
ANEXO-TOP DE USOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Histórico de Proyectos para almacenamiento de energía

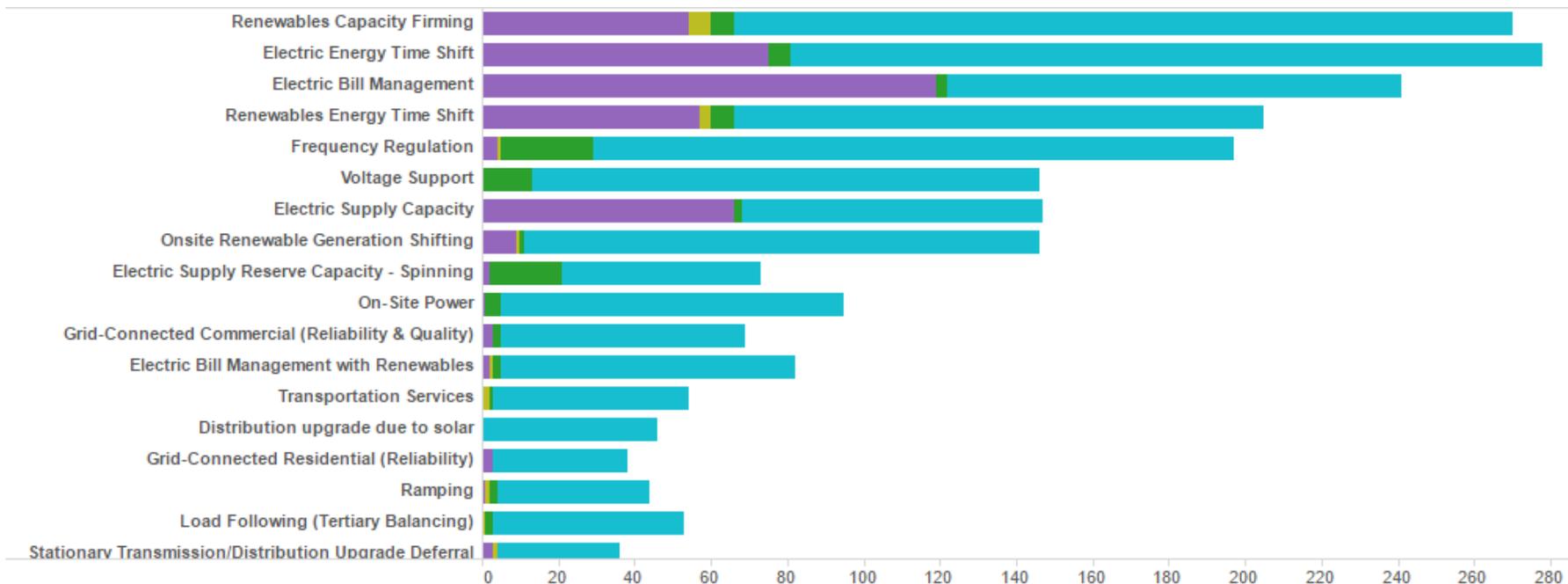
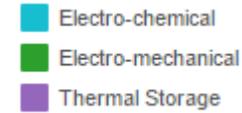
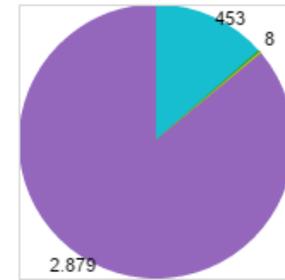
Electric Energy Timeshift (MW)*



Electric Bill Management (MW)*



Renewables Capacity Firming (MW)*



ANEXO-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TECNOLOGÍAS

Technical characteristics of electrical energy storage technologies.

Technology	Energy density (W h/L)	Power density (W/L)	Specific energy (W h/kg)	Specific power (W/kg)	Power rating (MW)	Rated energy capacity (MW h)
PHS	0.5–1.5 [4], 1–2 [26]	0.5–1.5 [4], ~1 [26],	0.5–1.5 [4]	-	100–5000 [4], 30 [34], < 4000 [114]	500–8000 [4], 180 Okinawa PHS[34,77]
Large-scale CAES	3–6 [4], 2–6 [26]	0.5–2 [4], ~1 [26]	30–60 [4]	-	Up to 300 [4], 110 & 290 [39], 1000 [70]	~ < 1000[10], 580 & 2860 [38,42]
Overground small CAES	Higher than large-scale CAES	Higher than large-scale CAES	140 at 300 bar [174]	-	0.003–3 [51] Potential ~10 [175]	~0.01[10], ~0.002–0.0083 [51]
Flywheel	20–80 [4,26,123]	1000–2000 [4], ~5000 [26]	10–30 [4], 5–100 [57] 5–80 [176]	400–1500 [4]	<0.25 [4], 3.6 [60], 0.1–20 [13 177]	0.0052 [60], 0.75 [70], up to 5 [177]
Lead-acid	50–80 [4], 50–90 [70]	10–400 [4]	30–50 [4], 25–50[178]	75–300 [4], 250 [70], 180 [57]	0–20 [4], 0–40 [14], 0.05–10 [179]	0.001–40 [179] More than 0.0005[180]
Li-ion	200–500 [4], 200–400 [26], 150 [70]	1500–10,000 [26]	75–200 [4], 90 [70], 120–200 [181]	150–315 [4], 300 [70], 500–2000 [57]	0–0.1 [4], 1–100 [73], 0.005–50 [182]	0.024 [79], ~0.004–10 [182]
NaS	150–250 [4], 150–300 [26]	~140–180 [26]	150–240 [4], 100 [183], 174 [184]	150–230 [4], 90–230 [9], 115 [13],	<8 [4], <34 [14]	0.4–244.8 [81], 0.4 [185]
NiCd	60–150 [4], 15–80 [26], 80 [70]	80–600 [26]	50–75 [4], 50 [70], 45–80 [71]	150–300 [4], 160 [13], 150 [70],	0–40 [4], 27 [88], 40 [186]	6.75 [57,88]
VRB	16–33 [4], 25–35 [19]	~ < 2 [26]	10–30 [4]	166 [187]	~0.03–3 [4], 2 [188] possible 50 [5]	<60 [13], 2 [88], 3.6 [189]
ZnBr	30–60 [4], ~55–65 [26]	~ < 25 [26]	30–50 [4], 80 [190], 75 [191]	100 [190], 45 [191]	0.05–2 [4], 1–10 [73]	0.1–3 [13], 4 [14], 0.05 & 0.5 [192]
PSB	~20–30 [123]	~ < 2 [26]	~15–30 [123]	-	1–15 [4], 1 [193], 0.004 [194]	Potential up to 120 [193], 0.06 [194]
Capacitor	2–10 [4], ~0.05 [124]	100,000+ [4],	0.05–5 [4], <~0.05 [121,124]	~100,000 [4], >~3000–10 ⁷ [124]	0–0.05 [4]	-
Super-capacitor	10–30 [4], ~10–30 [123]	100,000+ [4],	2.5–15 [4], ~0.05–15 [124]	500–5000 [4], ~10,000 [124]	0–0.3 [4], ~0.3+[26] ~0.001–0.1 [70]	0.0005 [70]
SMES	0.2–2.5 [4], ~6 [26]	1000–4000 [4], ~2500 [26]	0.5–5 [4], 10–75 [195]	500–2000 [4]	0.1–10 [4,14], ~1–10 [70]	0.0008 [70], 0.015 [138], 0.001 [196]
Solar fuel	500–10,000 [4]	-	800–100,000 [4]	-	0–10 [4], 6 and developing 20 [197]	-
Hydrogen Fuel cell	500–3000 [4]	500+ [4]	800–10,000 [4], ~150–1500 [124]	500+ [4], ~5–800 [124]	<50 [4], <10 [26], 58.8 [199]	0.312 [198], developing 39 [200]
TES	80–120, 120–200, 200–500 [4]	-	80–120, 80–200 [4], 150–250 [4]	10–30 [4]	0.1–300 [4], 15 [165], 10 [201]	-
Liquid air Storage	4–6 times than CAES at 200 bar [202]	-	214 [174]	-	10–200 [8], 0.3 [168]	2.5 [168]

ANEXO-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TECNOLOGÍAS

Additional technical characteristics of electrical energy storage technologies.

Technology	Daily self-discharge (%)	Lifetime (years)	Cycling times (cycles)	Discharge efficiency (%)	Cycle efficiency (%)	Response time
PHS	Very small [4,192]	40–60 [4], 40+[69], 30+[175]	10,000–30,000 [14]	~87 [114]	70–85 [4], 70–80 [175] 87 [33], 75–85 [203]	Minutes [114], not rapid discharge [203]
Large-scale CAES	Small [4], Almost zero [192]	20–40 [4], 30 [70], 20+[69,203]	8000–12,000 [14]	~70–79 [114]	42,54 [4,42] AA-CAES 70 [43,203]	Minutes [114]
Over-ground small CAES	Very small [51]	23+[51]	Test 30,000stop/starts [51]	~75–90 [51]	-	Seconds–minutes [114]
Flywheel	100 [4], ≥20% per hour [57]	~15 [4], 15+[69], 20 [114]	20,000+ [4], 21,000+[69]	90–93 [114]	~90–95 [4], 90 & 95 [70]	<1 cycle [114], seconds [203]
Lead–acid	0.1–0.3 [4], <0.1 [57], 0.2 [69]	5–15 [4,57], 13 [69]	500–1000 [4], 200–1800 [13]	85 [114]	70–80[4], 63–90 [14], 75–80 [204]	<1/4 cycle [114] milliseconds
Li-ion	0.1–0.3 [4], 1 & 5 [13]	5– 15 [4], 14–16 [205]	1000–10,000 [4], up to 20,000 [9]	85 [114]	~90–97 [4], 75–90 [73]	Milliseconds, <1/4 cycle [14]
NaS	Almost zero [13,185]	10–15 [4], 15 [69], 12–20 [192]	2500 [4], 3000[206] 2500–4500 [14]	85 [114]	~75–90 [4], 75 [206], 75–85 [204]	-
NiCd	0.2–0.6 [4],0.3 [57], 0.03–0.6 [14]	10–20 [4], 3–20 [13], 15–20 [57]	2000–2500 [4], 3500 [179]	85 [114]	~60–70 [4], 60–83 [14]	Milliseconds, <1/4 cycle [14]
VRB	Small [4], very low [13]	5–10 [4], 20 [193]	12,000+ [4], 13,342 [69]	~75–82 [207]	75–85 [4,62], 65–75 [73]	<1/4 cycle [14]
ZnBr	Small [4,100]	5–10 [4], 10 [69], 8–10 [205]	2000+ [4], 1500 [69]	~60–70 [208]	~65–75 [4], 66–80 [14], 66 [114]	<1/4cycle [114]
PSB	Small [4] Almost zero [193]	10–15 [4], 15 [209]	-	-	~60–75 [4], 60–75 [209]	20 ms [116]
Capacitor	40 [4], ~50 in about 15 minutes [122]	~5 [4], ~1–10 [122]	50,000+ [4], 5000 (100% DoD) [210]	~75–90 [127]	~60–70 [4], 70+[210]	Milliseconds, <1/4 cycle [14]
Super-capacitor	20–40 [4], 5 [10], 10–20 [211]	10–30 [4], 10–12 [66]	100,000+ [4], 50,000+[69]	95 [114] Up to ~98 [127]	~90–97 [4], 84–95 [66]	Milliseconds, ¼ cycle [114]
SMES	10–15 [4]	20+[4], 30 [114]	100,000+4], 20,000+ [14]	95 [114]	~95–97 [4], 95–98 [66], 95 [70]	Milliseconds, <1/4 cycle [114]
Solar fuel	Almost zero [4]	-	-	-	~20–30 [4], planned eff.>54 [197]	-
Hydrogen Fuel cell	Almost zero [4,192]	5–15 [4], 20 [119] 20+[212]	1000+ [4], 20,000+[212]	59 [114]	~20–50 [4], 32 [106], 45–66 [213]	Seconds, <1/4 cycle [114]
TES	0.05–1 [4]	10–20 [4], 5–15[4], 30 [203]	-	-	~30–60 [4]	Not for rapid response [203]
Liquid air Storage	Small [169,214]	25+[214]	-	-	55–80+[214]	Minutes [215]

ANEXO-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS

Other technical and economical characteristics of electrical energy storage technologies.

Technology	Suitable storage duration	Discharge time at power rating	Power capital cost (\$/kW)	Energy capital cost (\$/kW h)	Operating and maintenance cost	Maturity
PHS	Hours–months [4], long-term [27]	1–24 h+[4], 6–10 h [73] 10 h [175]	2500–4300 [73], 2000–4000 [175]	5–100 [4], 10–12 [114]	0.004 \$/kW h [70], ~3 \$/kW/year [72]	Mature
Large-scale CAES	Hours–months [4], long-term [27]	1–24 h+ [4], 8–20 h [73]	400–800 [4], 800–1000 [175]	2–50 [4], 2–120 [8], 2 [70]	0.003 \$/kW h [70], 19–25 \$/kW/year [72]	CAES commercialized, AA-CAES developing
Over-ground small CAES	Hours–months, long-term [27]	30 s–40 min [51], 3 h [216]	517 [114], 1300–1550 [216]	1MVA from £296 k [51], 200–250 [216]	Very low [51]	Early commercialized
Flywheel	Seconds–minutes [4] short-term (<1 h)[27]	Up to 8 s [4], 15 s–15 min [175]	250–350 [4]	1000–5000 [4], 1000–14,000 [8]	~0.004 \$/kW h[70], ~20 \$/kW/year [72]	Early commercialized
Lead–acid	Minutes–days [4], short-to-med. term	Seconds–hours [4], up to 10 h [14]	300–600 [4], 200–500 [114], 400 [206]	200–400 [4], 50–100 [57], 330 [206]	~50 \$/kW/year [72]	Mature
Li-ion	Minutes–days [4], short-to-med. term	Minutes–hours [4], ~1–8 h [209]	1200–4000[4], 900–1300[57], 1590[73]	600–2500 [4], 2770–3800 [73]	-	Demonstration
NaS	Long term[82]	Seconds–hours [4], ~1 h [209]	1000–3000 [4], 350–3000 [8]	300–500 [4], 350 [206], 450 [217]	~80 \$/kW/year [72]	Commercialized
NiCd	Minutes–days [4], Short and long term	Seconds–hours [4], ~1–8 h [209]	500–1500 [4]	800–1500 [4], 400–2400 [57]	~20 \$/kW/year [72]	Commercialized
VRB	Hours–months [4], Long term [27]	Seconds–24 h+ [4], 2–12 h [106]	600–1500 [4]	150–1000 [4], 600 [217]	~70 \$/kW/year [72]	Demo/early commercialized
ZnBr	Hours–months [4] long term [27]	Seconds–10 h+ [4], ~10 h [209]	700–2500 [4], 400 [87], 200 [114]	150–1000 [4], 500 [71]	-	Demonstration
PSB	Hours–months [4] long term [27]	Seconds–10 h+ [4], ~10 h [209]	700–2500 [4]	150–1000 [4], 450 [217]	-	Developing
Capacitor	Seconds–hours [4], ~5 h [210]	Milliseconds–1 h [4]	200–400 [4],	500–1000 [4],	13 \$/kW/year [72], <0.05 \$/kW h [210]	Commercialized
Super-capacitor	Seconds–hours [4] short-term (<1 h)[27]	Milliseconds–1 h [4], 1 min[209], 10 s[216]	100–300 [4], 250–450 [216]	300–2000 [4]	0.005 \$/kW h [70], ~6 \$/kW-year [114]	Developing/demo.
SMES	Minutes–hours [4] short-term (<1 h)[27]	Milliseconds–8 s [4], up to 30 min [209]	200–300 [4], 300 [114], 380–489[216]	1000–10,000 [4], 500–72,000 [114]	0.001 \$/kW h [70], 18.5 \$/kW/year [72]	Demo/early commercialized
Solar fuel	Hours–months [4]	1–24 h+ [4]	-	-	-	Developing
Hydrogen Fuel cell	Hours–months [4]	Seconds–24 h+ [4]	500 [114], 1500–3000 [154]	15 [114], 2–15€/kW h [204]	0.0019–0.0153 \$/kW [154]	Developing/demo.
TES	Minutes–days [4], minutes–months [4]	1–8 h [4], 1–24 h+ [4], 4–13 h [203]	200–300[4], 250 [203], 100–400[203]	20–50 [4], 30–60 [4], 3–30 [4]	-	Demo/early commercialized
Liquid air Storage	Long-term [214]	Several hours [168,214]	900–1900 [214]	260–530 [214]	-	Developing/demo.

REFERENCIAS

GENERAL

Corporación Ruta N (2015). *Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Almacenamiento de energía eléctrica*. Recuperado desde www.brainbookn.com

Corporación Ruta N (2016). *Observatorio CT+i: Informe de actualización No. 1 Área de oportunidad Almacenamiento de Energía, Énfasis Baterías*. Recuperado desde www.brainbookn.com

Doe Global Energy Storage Database (2016). <http://www.energystorageexchange.org/>

Energy Storage Association (2016) <http://energystorage.org/>

TECNOLOGÍA DE BATERÍAS PLOMO - ÁCIDO

Duke Energy (2016). <http://energy.gov/sites/prod/files/ESS%202012%20Peer%20Review%20-%20Notrees%20Wind%20Storage%20-%20Jeff%20Gates,%20Duke%20Energy.pdf>

East Penn (2016). <http://www.eastpenmanufacturing.com/>

EnerSys (2016). <http://www.enersys.com/?langType=1033>

Exide (2016). <http://www.exide.com/co/es>

Future Market Insights (2016). Global Lead Acid Battery Market. http://www.futuremarketinsights.com/infographics/Global_Lead_Acid_Market.pdf

Future Market Insights (2016). Lead Acid Battery Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2014 - 2020. <http://www.futuremarketinsights.com/reports/global-lead-acid-battery-market>

GS YUASA (2016). <http://www.gs-yuasa.com/en/products/>

Johnson Controls (2016). <http://www.johnsoncontrols.com/batteries/lead-acid-batteries/flood-lead-acid-batteries>



REFERENCIAS

TECNOLOGÍA DE BATERÍAS DE FLUJO

American Vanadium (2016). <http://www.americanvanadium.com/cellcube.php>

Imergy power system (2016). <http://www.imergy.com/>

Technavio (2016). Global flow battery market 2016-2020.

UET (2016). <http://www.uetechologies.com/>

BATERÍAS DE FLUJO - Iron flow

Ener Vault (2016). <http://enervault.com/>

Primus Power (2016). <http://www.primuspower.com/>

BATERÍAS DE FLUJO BROMURO DE ZINC

EnSync (2016). <http://www.ensync.com/#!company/cdud>

RedFlow (2016). <http://redflow.com/>

RedFlow M-class: RedFlow's new megawatt storage product (2016). https://www.youtube.com/watch?v=upVFm_ARtml



REFERENCIAS

TECNOLOGÍA VOLANTES DE INERCIA

Active Power (2016). <http://www.activepower.com/es>

Technavio (2016). Global flywheel energy storage market 2016-2020.

U.S. Department of Energy (2016). Beacon Power 20 MW Flywheel Frequency Regulation Plant. <http://energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/Beacon-Power-Flywheel-Aug2013.pdf>

U.S. Department of Energy (2016). Grid-Scale Flywheel Energy Storage Plant. <http://energy.gov/sites/prod/files/Beacon.pdf>





ENERGÍA

3.

MERCADO DE TECNOLOGÍA

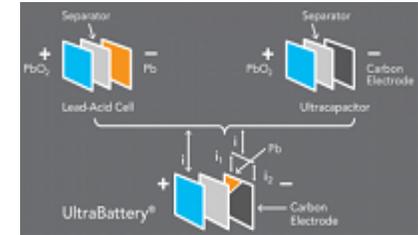
En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial, las tendencias, tecnologías emergentes y el nivel de madurez de los hallazgos; además, las principales instituciones líderes que pueden apoyar cada área de oportunidad desde el ámbito científico y tecnológico



TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN BATERIAS PLOMO-ÁCIDO

Aumento de eficiencia

- Análisis de desempeño debido a variaciones del compuesto y aditivos añadidos al electrolito.
- Integración con ultra capacitores.



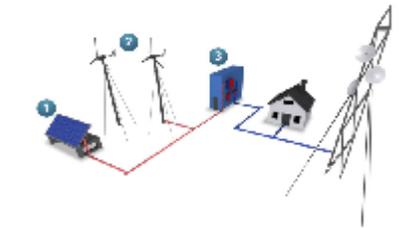
Sistemas de control y vida útil

- Desarrollo de sistemas de control para los ciclos de carga y descarga permitiendo extender la vida útil y disminuir las pérdidas energéticas.



Microredes y energías renovables

- Alternativas de uso como almacenamiento energético en micro redes y energías renovables, principalmente en energía solar fotovoltaica y eólica.



LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- PLOMO-ÁCIDO

GM Global Technology Operation

The University of Nottingham
UNIFIED KNOWLEDGE · CHINA · MALAYSIA
University of Nottingham

RWTH AACHEN UNIVERSITY
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

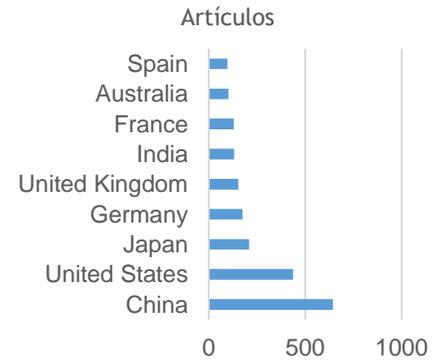
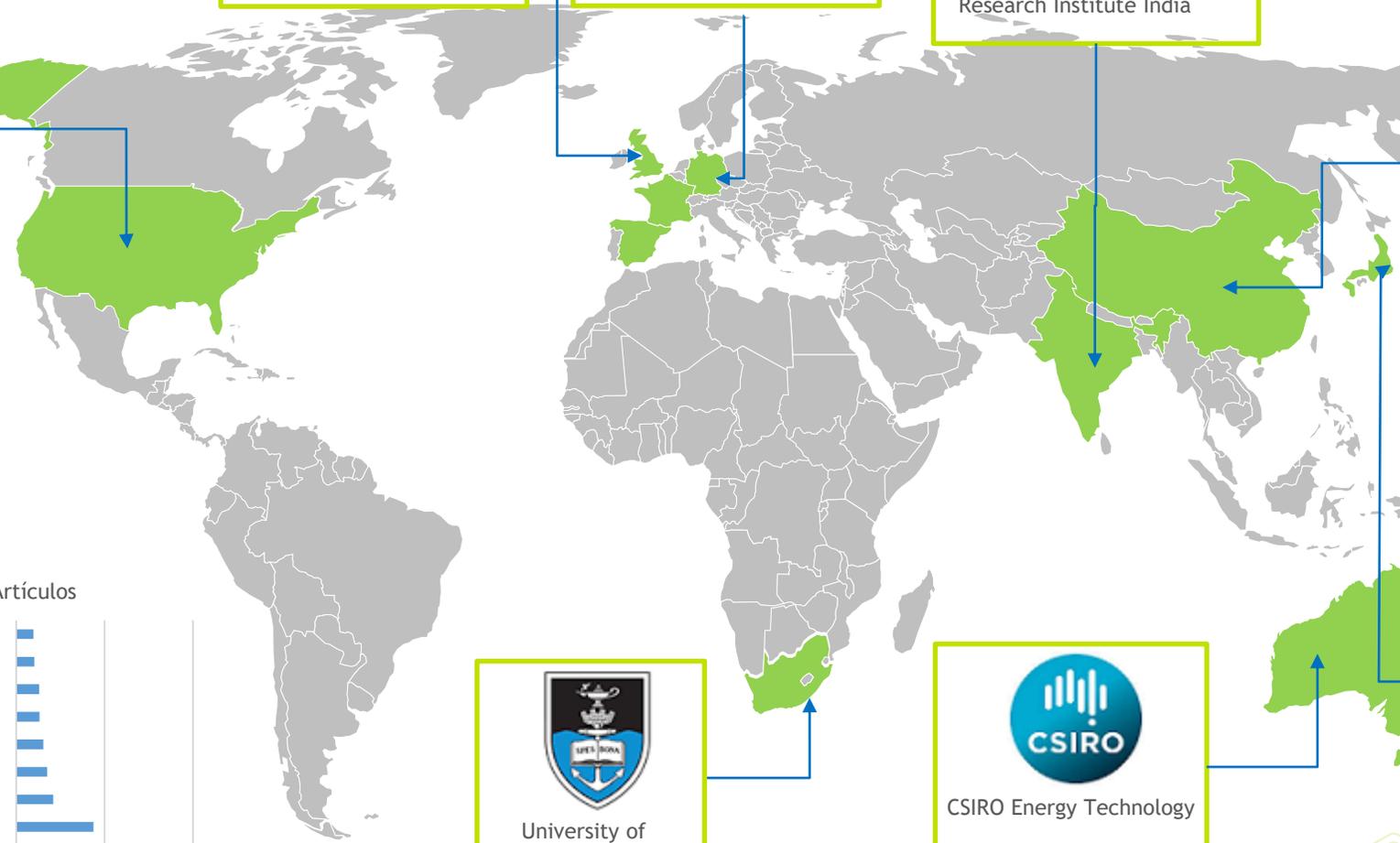
Central Electrochemical Research Institute India

Tianjin University
Huazhong University of Science and Technology
Shanghai Jiaotong University
Chinese Academy of Sciences
Tsinghua University
China Electric Power Research Institute (CEPRI)

University of Cape Town

CSIRO Energy Technology

FURUKAWA BATTERY
The Furukawa Battery CO, LTD



Fuente: basado en información de la base de datos Scopus (2016)

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- PLOMO-ÁCIDO



Tianjin University

Ubicada en la ciudad de Tianjin, desde 1959 se encuentra en el top 16 como una de las mejores universidades designadas por el gobierno chino. Posee 25 escuelas en diferentes disciplinas tales como: Ingeniería, administración, leyes, economía, etc.

En investigación, se hace énfasis especialmente en áreas de ingeniería, de lo cual se ha establecido un sistema de investigación con aplicaciones en Tianjin, a la universidad están asociados mas de 70 laboratorios de investigación.

Principales Colaboradores

- Nankai University
- Tianjin University of Technology
- Tianjin Polytechnic University
- Hebei University of Technology
- Tsinghua University

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Integración de baterías plomo ácido con ultra capacitores en aplicaciones vehiculares.
- Prolongación de vida útil a través de sistemas de control para los ciclos de carga y descarga.
- Desempeño de baterías plomo ácido en micro redes y en sistemas comerciales.

<http://www.tju.edu.cn/english/>



Huazhong University of Science and Technology

Situada en Wuhan, Huazhong University of Science and Technology es una de las universidades nacionales mas prestigiosas administrada directamente por el ministerio de educación chino. Posee 12 disciplinas tales como: Ingeniería, medicina, administración, ciencia, etc.

Asociados a laboratorios de investigación en energía con renombre nacional tal como:

- State Key Lab of Electrochemical Technology on Energy Storage.
- China - EU Institute for Clean and Renewable Energy
- China - Us Clean Energy Research Center (CERC)

Principales Colaboradores

- Wuhan University
- Wuhan National Laboratory for Optoelectronics
- Hubei University
- Wuhan University of Technology
- Wuhan University of Science and Technology

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Aplicación de sistemas de almacenamiento basado en baterías para redes eléctricas.
- Estrategia de control para micro redes.
- Comparación de baterías plomo ácido con otras tecnologías de almacenamiento basadas en baterías, como baterías ion de litio, baterías redox de vanadio.

english.hust.edu.cn/

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- PLOMO-ÁCIDO



China Electric Power Research Institute (CEPRI)

CEPRI es una compañía de alta tecnología, propiedad de NARI Group Corporation, principalmente se relaciona con investigación, manufactura e ingeniería relacionada con sistemas de transmisión de corriente continua clásicos y flexibles, y tecnología de redes DC.

Principales Colaboradores

- North China Electric Power University
- State Grid
- Tsinghua University
- Xi'an Jiaotong University
- Huazhong University of Science and Technology

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Optimización en sistemas de generación fotovoltaicos.
- Estación de almacenamiento eléctrico para sistemas fotovoltaicos y eólicos.
- Modelos de carga y descarga de superconductores magnéticos en aplicaciones de almacenamiento energético.

<http://www.cepri.com/>



Chinese Academy of Sciences

La academia china de las ciencias es una institución del consejo de estado de china con sede principal en Pekín, con sedes distribuidas alrededor del país. Actualmente se desarrolla en 5 áreas que son: Matemáticas, física, química, ciencias de la tierra y tecnología.

Principales Colaboradores

- University of Chinese Academy of Sciences.
- Peking University.
- Changchun Institute of Optics Fine Mechanics and Physics Chinese Academy of Sciences.
- University of Science and Technology of China.
- Changchun Institute of Applied Chemistry Chinese Academy of Sciences.

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Sistemas híbridos de almacenamiento de energía para energía eólica, integración de Baterías plomo ácido con supercapacitores.
- Aplicación de baterías plomo ácido y supercapacitores en microredes.
- Análisis tecno-económico y social de almacenamiento energético para edificaciones comerciales.

<http://english.cas.cn/>

TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO-PLOMO -ÁCIDO

Sector automotriz

Soporte para el arranque de vehículos a combustión.



Operacional

Desarrollo de estrategias de control o dispositivos que permitan administrar la energía entregada por la batería de forma eficiente.



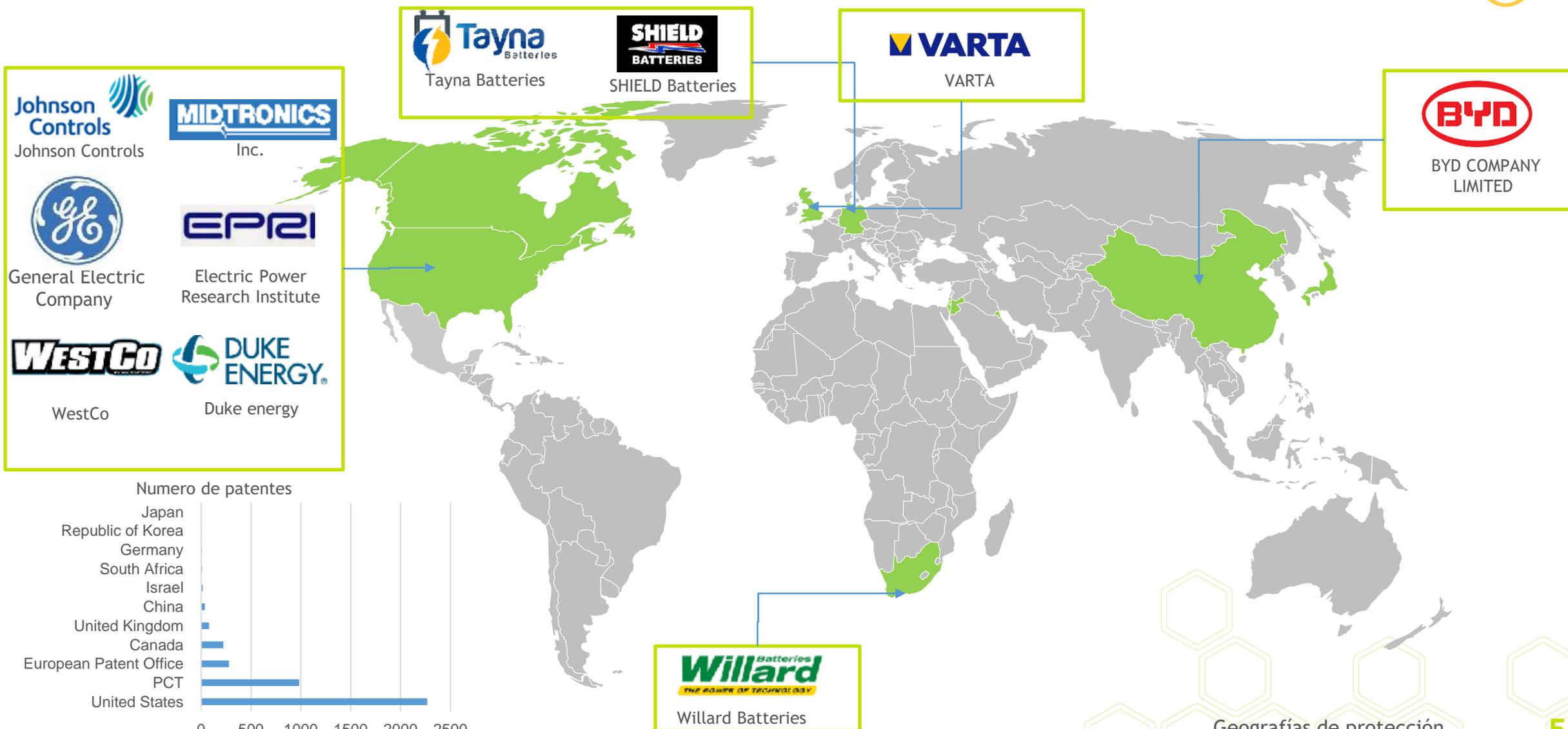
Vehículos eléctricos

Soporte de energía para propulsión de vehículos eléctricos como alternativa de uso a las baterías de ion-litio debido a su bajo costo en comparación a estas.



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO BATERIAS PLOMO -ÁCIDO

ENERGÍA



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

BATERIAS PLOMO -ÁCIDO



Johnson Controls Technology Company

Johnson Controls, Inc. es una compañía americana que ofrece productos y servicios para optimizar la eficiencia energética en edificios, baterías para automóviles e interiores y sistemas electrónicos para automóviles.

Es un conglomerado empresarial multinacional diversificado que cuenta con más de 170.000 empleados en más de 1.300 localizaciones repartidas por los seis continentes.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Conversión de energía química en energía eléctrica.
- Propulsión vehículos eléctricos.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.
- Medición de variables magnéticas y eléctricas.

Proyectos.

- Variaciones técnicas en módulos de baterías, por ejemplo montaje de celdas comprimidas.
- Desarrollos en baterías avanzadas de plomo-ácido.
- Integración de baterías ion-litio con baterías ácido-plomo.
- Métodos de manufactura.



Midtronics

Midtronics es una compañía estadounidense centrada en la administración de baterías avanzadas, con direccionamiento al mercado de transporte y de energía estacionaria.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Investigación de materias para determinar propiedades físicas y químicas.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.
- Conversión de energía química en energía eléctrica.

Proyectos.

- Desarrollo en sistemas de manufactura de baterías.
- Métodos de monitoreo de baterías en vehículos.
- Herramientas de mantenimiento de baterías.



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

BATERIAS PLOMO-ÁCIDO



General Electric Company

GE es una corporación multinacional de origen estadounidense, con gran capacidad en infraestructura y servicios financieros. Posee medios de comunicación altamente diversificados.

Su área comercial esta enfocada principalmente a los sectores de energía, agua, transporte, salud e incluso servicios de financiación e información, GE está presente en más de 100 países y tiene más de 300.000 empleados en el mundo.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Propulsión vehículos eléctricos.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.
- Control y regulación de vehículos eléctricos.
- Disposición o montaje de conjuntos de propulsión o de transmisión en vehículos.

Proyectos.

- Métodos y sistemas de control y operación de múltiples fuentes de almacenamiento energético.
- Alimentación de vehículos eléctricos.
- Métodos de operación para sistemas de baterías duales.



BYD COMPANY LIMITED

BYD es una compañía de origen chino que ofrece productos y servicios en telecomunicaciones, soluciones de energía, automóviles, sistemas fotovoltaicos e iluminación.

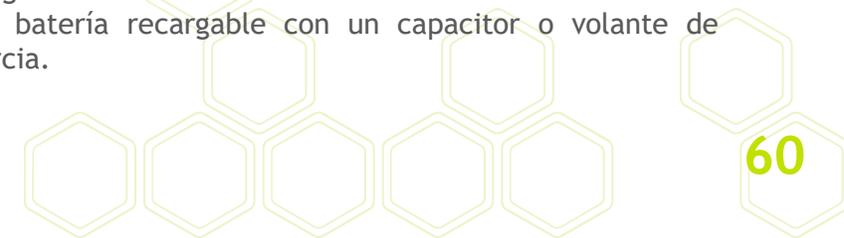
Actualmente BYD esta presente en Colombia abarcando principalmente servicios y productos en el sector automotriz.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Conversión de energía química en energía eléctrica.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.
- Calefacción eléctrica, iluminación eléctrica.
- Disposición o montaje de conjuntos de propulsión o de transmisión en vehículos.

Proyectos.

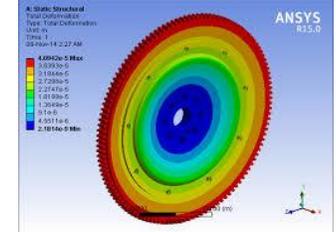
- Sistemas de control vehicular.
- Electroodos de carbono para celdas electroquímicas.
- Integración de sistemas híbridos de almacenamiento como una batería recargable con un capacitor o volante de inercia.



TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN VOLANTES DE INERCIA

Análisis de comportamiento de materiales

Análisis de desempeño de los materiales, principalmente en volantes de inercia de alta velocidad.



Energías renovables

Alternativas de uso como almacenamiento energético o apoyo a las turbinas en los sistemas eólicos.



Sistemas de control y vida útil

Desarrollo de sistemas de control para los ciclos de carga y descarga permitiendo facilitar los procesos de adquisición y entrega de energía, principalmente en vehículos con sistemas de frenado regenerativo.

In contrast to other systems, this hybrid needs no battery. A flywheel with an integrated electric motor takes on the energy storage role.



1. Power electronics 2. Power axle with two electric motors 3. High-voltage cable 4. Electric synchro-race battery 5. Power electronics

Aplicaciones con superconductores

Desarrollo de imanes con materiales superconductores (materiales que oponen resistencia al flujo de corriente y poseen diamagnetismo, es decir son repelidos por campos magnéticos). En cámaras de vacío para mejorar el desempeño y disminuir al máximo las pérdidas energéticas de operación.



LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- VOLANTES DE INERCIA



Pennsylvania State University



Gaziosmanpasa Universitesi



Beihang University

Huazhong University of Science and Technology

Harbin Institute of Technology

Southeast University

Tsinghua University

Xi'an Jiaotong University



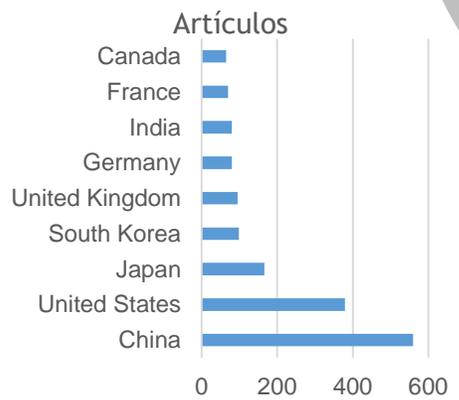
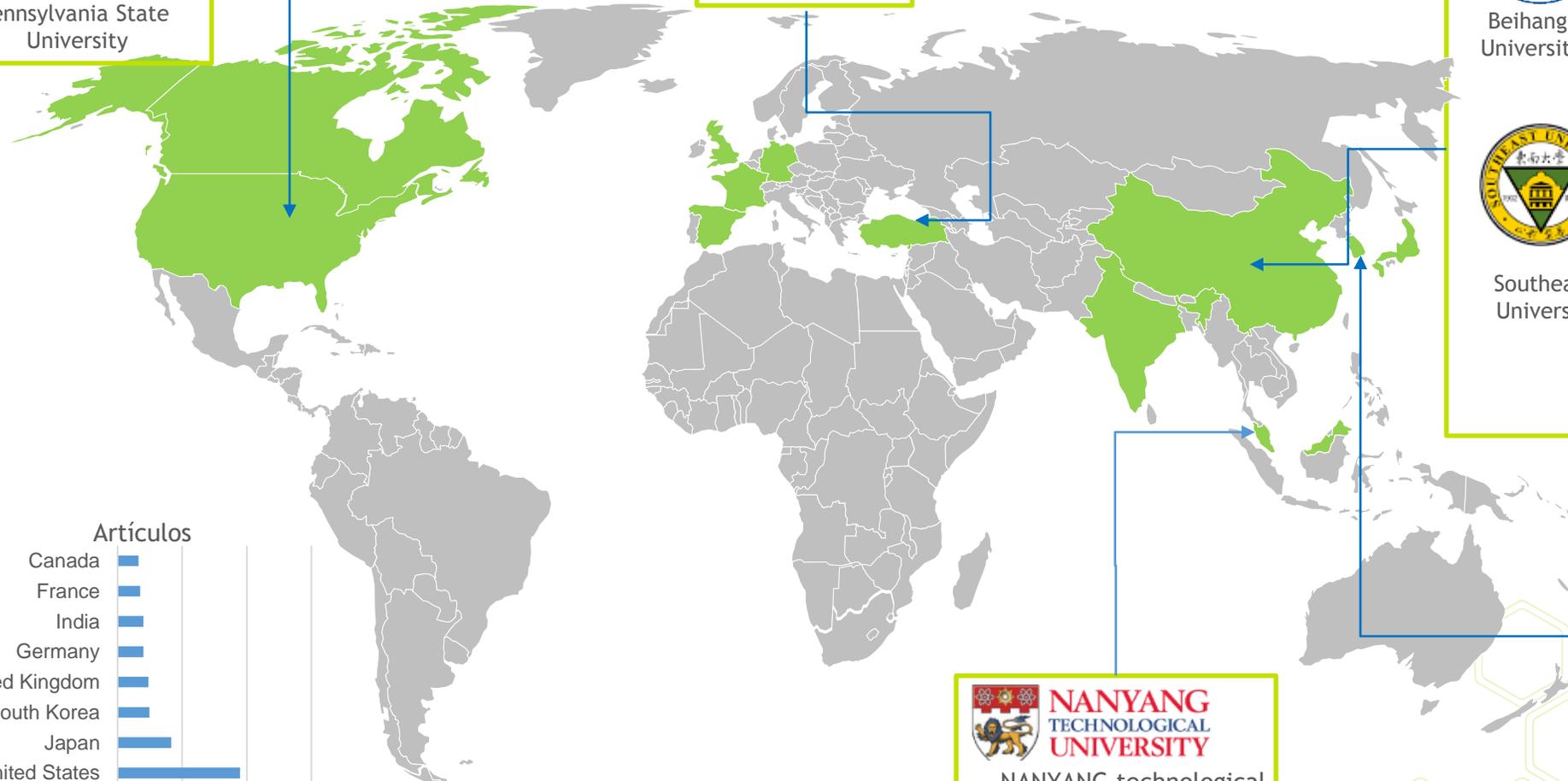
NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

NANYANG technological University



KEPCO

Korea Electric Power



Fuente: basado en información de la base de datos Scopus (2016)

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- VOLANTES DE INERCIA



China Electric Power Research Institute (CEPRI)

Tsinghua University es una universidad situada en Beijing, La investigación y los proyectos científicos y tecnológicos de la Universidad de Tsinghua están apoyados principalmente por el programa nacional de ciencia y tecnología.

Tsinghua University posee múltiples departamentos y escuelas, entre las cuales se destaca el Institute of Nuclear and New Energy Technology en donde se desarrollan las diferentes investigaciones sobre el almacenamiento de energía (Tsinghua University, 2014).

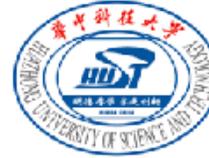
Principales Colaboradores

- Peking University
- Chinese Academy of Sciences
- University of Science and Technology Beijing
- Beihang University
- Beijing Institute of Technology

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Sistemas de control para volantes de inercia.
- Análisis dinámico y térmico de sistemas de volantes de inercia con capacidad de 20KWh.
- Materiales basados en nanotubos de carbono para almacenamiento energético mecánico.
- energético.

<http://www.cepri.com/>



Huazhong University of Science and Technology

Situada en Wuhan, Huazhong University of Science and Technology es una de las universidades nacionales mas prestigiosas administrada directamente por el ministerio de educación chino. Posee 12 disciplinas tales como: Ingeniería, medicina, administración, ciencia, etc.

Asociados a laboratorios de investigación en energía con renombre nacional tal como:

State Key Lab of Electrochemical Technology on Energy Storage.

China - EU Institute for Clean and Renewable Energy

China - Us Clean Energy Research Center (CERC)

Principales Colaboradores

- Wuhan University
- Wuhan National Laboratory for Optoelectronics
- Hubei University
- Wuhan University of Technology
- Wuhan University of Science and Technology

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Aplicaciones en sistemas híbridos de almacenamiento energético integrando volantes de inercia con tecnología en baterías para aplicaciones eólicas.
- Sistemas de control para volantes de inercia.
- Estructuras y sistemas de control para volantes de inercia asociados a generadores eólicos.

<http://english.hust.edu.cn/>

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- VOLANTES DE INERCIA



Harbin Institute of Technology

Harbin Institute of Technology esta ubicada en la ciudad de Harbin, como núcleo principal se encuentra la ingeniería, la ciencia y la investigación. Posee 20 escuelas en diferentes áreas de estudio, entre las cuales se encuentra la escuela de ciencia en energía e ingeniería. Se encuentra entre el top 9 de universidades mas prestigiosas de acuerdo al standard internacional de universidades renombradas.

Principales Colaboradores

- Harbin University of Science and Technology
- Harbin Engineering University
- Dalian University of Technology
- Heilongjiang University
- Tsinghua University

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Optimización en diseño y configuración de parámetros en volantes de inercia.
- Influencia de la distribución de orificios en amortiguadores en sistemas de almacenamiento con volantes de inercia.
- Sistemas de control para volantes de inercia.

<http://en.hit.edu.cn/>



Pennsylvania State University

Universidad publica ubicada en Pensilvania, ofrece mas de 160 programas de estudio diferentes, la universidad es reconocida por ingeniería, negocios, geografía y meteorología. Es una de las 15 mejores universidades publicas en el país.

Principales Colaboradores

- Ohio State University
- UC Berkeley
- University of Wisconsin Madison
- University of Maryland
- University of Washington Seattle

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Sistemas de control para volantes de inercia para aplicaciones UPS.
- Desarrollo de materiales basado en polímeros para aplicaciones de almacenamiento energético.

<http://www.psu.edu/>

TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

VOLANTES DE INERCIA

Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS)

Uso de sistemas soporte con rápida respuesta para protección de equipos centrales de cómputo e infraestructura crítica.

Sistemas de control

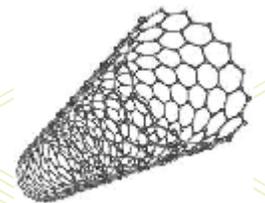
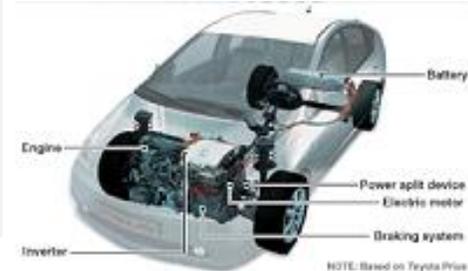
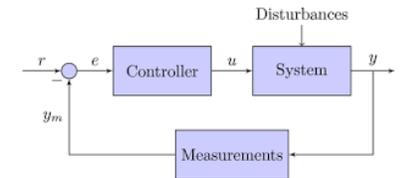
Desarrollo de sistemas de control de transmisión energética aplicados a los volantes de inercia, principalmente enfocados al sector automotriz.

Sector automotriz

Administración de combustible y ahorro de energía a partir de sistemas de frenado regenerativo.

Manufactura

Métodos de manufactura de volantes de inercia, uso de nuevos materiales. Por ejemplo uso de compuestos de nanotubos de carbono para aumentar resistencia y vida útil.



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

VOLANTES DE INERCIA

BOEING CHRYSLER
The Boeing Company Chrysler Corporation

Beacon POWER
Beacon Power

GM
GM Global Technology Operation

Ford
Ford Global Technologies

GE
General Electric Company

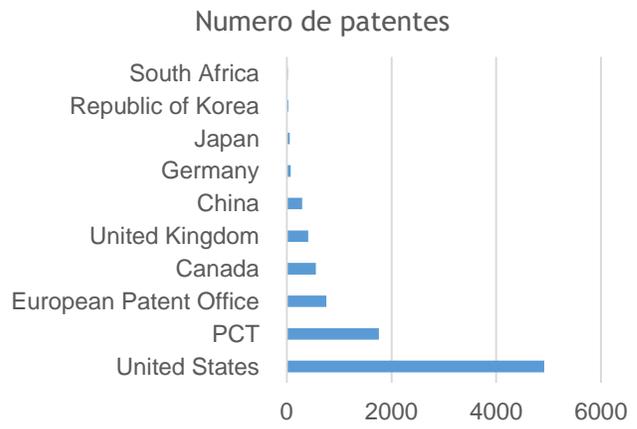
STORNETIC
STORNETIC

LUK
LUK

SIEMENS
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

FURUKAWA ELECTRIC GROUP
FURUKAWA Electric Group

LUTHRA
LUTHRA



Geografías de protección (1995-2015)

Fuente: basado en información de la base de datos WIPO (2016)

LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

VOLANTES DE INERCIA



Ford Global Technologies, LLC

Ford Global Technologies, LLC posee, administra y comercializa las patentes y derechos de autor de Ford Motors.

Ford Motor Company, mas conocida como Ford, es una empresa multinacional estadounidense fabricante de automóviles, camiones y microbuses con sede principal en Dearborn. Fue fundada el 16 de junio de 1903 por Henry Ford.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Sistemas de control adaptados a vehículos híbridos.
- Disposición o montaje de conjuntos de propulsión o de transmisión en vehículos.
- Reemplazo de motores de combustión por sistemas mixtos.
- Sistemas de propulsión para vehículos impulsados eléctricamente.
- Sistemas de frenado regenerativo.

Proyectos.

- Sistemas de almacenamiento energético basados en volantes de inercia para alimentación de motores eléctricos.
- Métodos y sistemas para control de transmisión integrados con sistemas de almacenamiento energético.



General Electric Company

GE es una corporación conglomerada multinacional de infraestructura, servicios financieros, y medios de comunicación altamente diversificada con origen estadounidense.

Su área comercial esta enfocada principalmente a los sectores de energía, agua, transporte, salud e incluso servicios de financiación e información, GE está presente en más de 100 países y tiene más de 300.000 empleados en el mundo.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Sistemas de propulsión para vehículos impulsados eléctricamente.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.
- Control o regulación de motores y generadores eléctricos.
- Motores eléctricos en locomotores y sistemas de seguridad en ferrocarril.

Proyectos.

- Implementación de sistemas híbridos de almacenamiento energético como UPS, incluyendo volantes de inercia.
- Vehículo propulsado eléctricamente con un sistema de almacenamiento energético implementando un método optimizado de control de operación, por ejemplo se utiliza un volante de inercia operando en conjunto con una batería que puede estar integrada con ultra capacitores.

LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

VOLANTES DE INERCIA



GM Global Technology Operations, Inc.

GM Global Technology Operations, Inc tiene como línea comercial proveer de servicios de ingeniería. Opera como una filial de General Motors Inc, la cual es una de las compañías de automóviles y camiones mas grandes del mundo.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Disposición o montaje de conjuntos de propulsión o de transmisión en vehículos.
- Sistemas de propulsión para vehículos impulsados eléctricamente.
- Procesamiento de datos digitales.
- Sistemas de control de combustión

Proyectos.

- Administración de combustible a partir de sistemas de control integrados con volantes de inercia.
- Sistemas de transmisión y sistemas de frenado regenerativo.



The Boeing Company

The Boeing Company es una compañía multinacional estadounidense que diseña, fabrica y vende aviones, helicópteros, misiles y satélites. También proporciona asesoramiento y servicio técnico en temas de aeronáutica.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica
- Sistemas de propulsión para vehículos impulsados eléctricamente.
- Control o regulación de motores y generadores eléctricos.
- Motores de viento.

Proyectos.

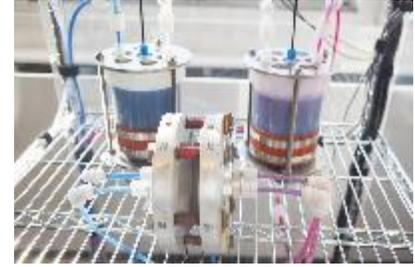
- Métodos de manufactura de volantes de inercia.
- Sistemas de almacenamiento de volantes de inercia.
- Integración de sistemas de almacenamiento energético en aeronaves.
- Sistemas y métodos de captura de energía y distribución.



TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN BATERÍAS DE FLUJO

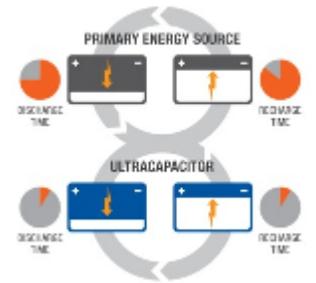
Variación en el compuesto del electrolito

- Uso de materiales orgánicos en el electrolito.
- Desarrollo de compuestos basados en litio.
- Empleo de otros metales diferentes al vanadio, por ejemplo baterías de Zinc-Hierro.



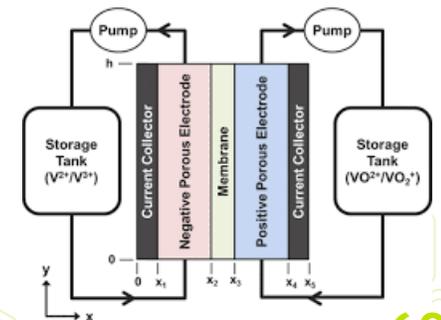
Integración de diferentes tecnologías

- Desarrollo de sistemas que aprovechen las ventajas que ofrecen diferentes tecnologías a partir de la integración de estas en un mismo sistema, por ejemplo se emplean baterías de flujo como fuente primaria apoyadas con súper capacitores. Los súper capacitores permiten entregar energía rápidamente durante picos elevados de demanda.



Estudios de la membrana separadora de los electrolitos

Integración y diseño de diferentes materiales para la membrana de separación.



LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- BATERÍA DE FLUJO

PNNL
Pacific Northwest National Laboratory

MIT
Massachusetts Institute of Technology

TEXAS
University of Texas at Austin

M
University Michigan Ann Arbor

Argonne National Laboratory

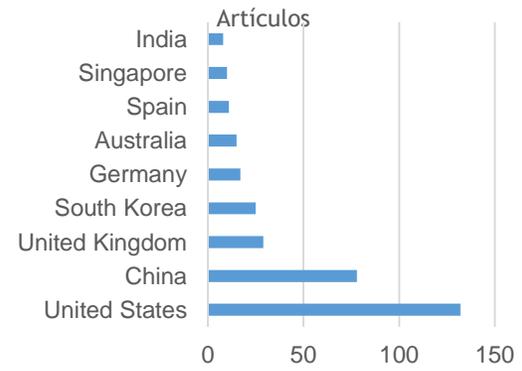
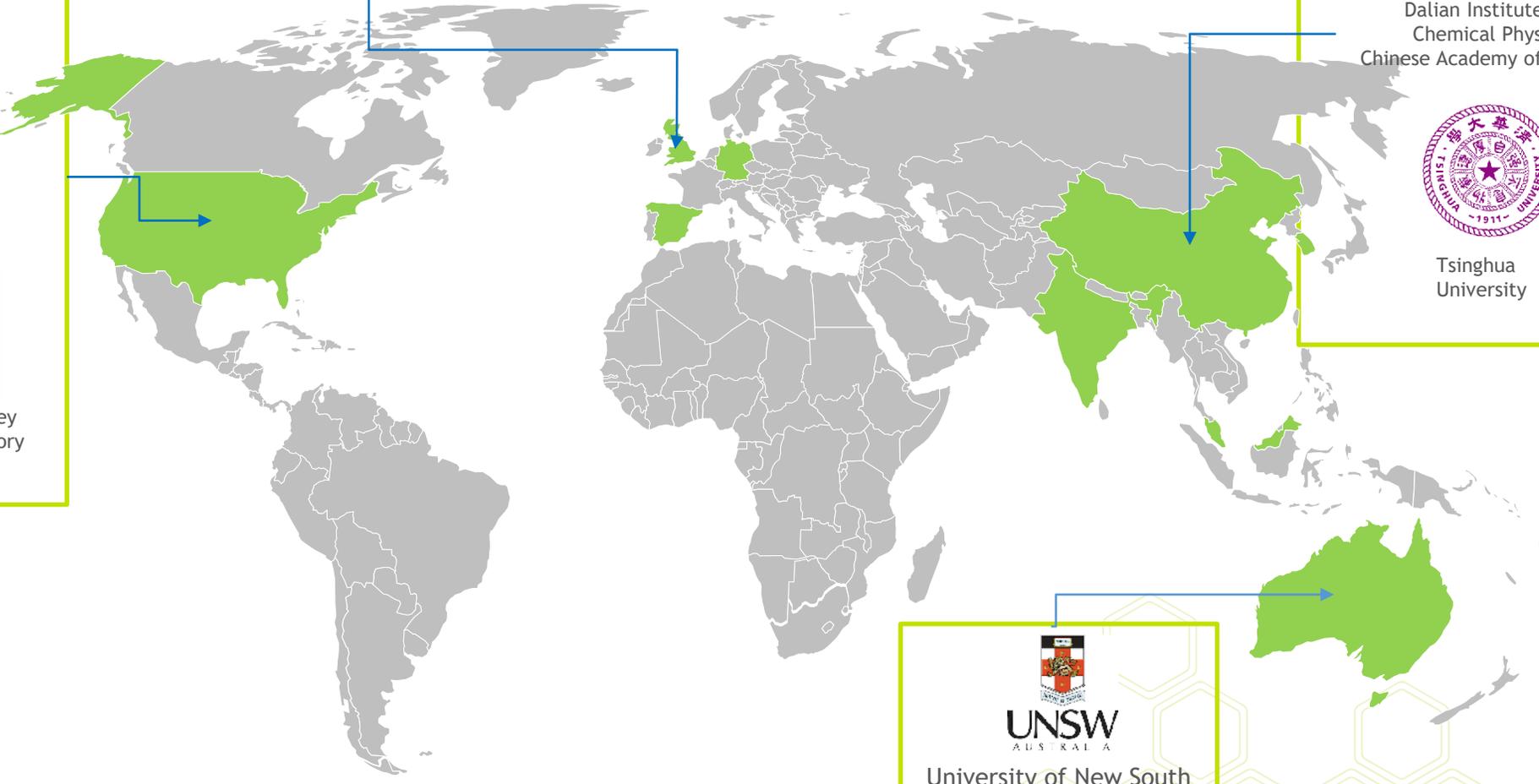
Lawrence Berkeley National Laboratory

UNIVERSITY OF Southampton
University of Southampton

Dalian Institute of Chemical Physics Chinese Academy of Sciences

Tsinghua University

UNSW AUSTRALIA
University of New South Wales UNSW Australia



Fuente: basado en información de la base de datos Scopus (2016)

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- BATERÍA DE FLUJO



Pacific Northwest National Laboratory

Laboratorio de investigación en ciencia e ingeniería operado por BATTELLE desde 1965, investigación en: energía, medio ambiente y seguridad nacional.

BATTELLE es una Organización de investigación y desarrollo sin ánimo de lucro con más de 60 sedes alrededor del mundo, sus áreas de desarrollo están orientadas a :

- Consumidor e industria.
- Energía y medioambiente.
- Salud y farmacéutica.
- Seguridad.

Principales Colaboradores

- University of Washington Seattle
- Oak Ridge National Laboratory
- Washington State University Pullman
- Argonne National Laboratory
- Lawrence Berkeley National Laboratory

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Diagnostico en baterías de flujo orgánicas no acuosas a partir de resonancia magnética nuclear.
- Adición de aditivos o variación en los compuestos del electrolito.
- Estudio de la membrana que separa los dos compuestos químicos mediante electroscopio.

<http://www.pnnl.gov/>



Dalian Institute of Chemical Physics (DICP) of the Chinese Academy of Sciences (CAS)

Ubicado en la ciudad de Dalian en China, DICP es un Instituto que desarrolla investigación básica y aplicada. Con grandes habilidades en desarrollo e investigación tecnológico, es un centro de I+D reconocido por sus logros, específicamente química e ingeniería química, dinámica de reacción nuclear, síntesis orgánica y cromatografía.

Principales Colaboradores

- Chinese Academy of Sciences
- University of Chinese Academy of Sciences
- Dalian University of Technology
- Liaoning Normal University
- Dalian Medical University

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Membranas con alta estabilidad para baterías de flujo.
- Baterías de flujo de zinc-bromo de alta densidad energética.
- Efectos de aditivos de fosfato en baterías de flujo.

<http://english.dicp.cas.cn/>

<http://www.dicp.ac.cn/>



LÍDERES EN INVESTIGACIÓN- BATERÍA DE FLUJO



Massachusetts Institute of Technology

Universidad estadounidense ubicada en la ciudad de Massachusetts, con gran reconocimiento internacional por sus logros académicos y de investigación. Posee múltiples departamentos asociados a diferentes áreas de la ingeniería.

Principales Colaboradores

- Harvard University
- Harvard Medical School
- UC Berkeley
- California Institute of Technology
- Massachusetts General Hospital

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Uso de materiales orgánicos en baterías de flujo redox no acuosas.
- Baterías de flujo de zinc- hierro a menos de \$100 por KWh.
- Desarrollo de electrolito empleando fluidos no newtonianos.

web.mit.edu/



University of Southampton

Universidad inglesa con alto prestigio académico, con mas de 240 grupos de investigación activos en diferentes áreas de la ciencia, ingeniería y humanidades.

Principales Colaboradores

- University of Oxford
- UCL
- Southampton General Hospital
- Imperial College London
- University of Bristol

Artículos relacionadas a la tecnología de estudio.

- Baterías híbridas de zinc-Cesio.
- Prototipado 3D de baterías redox de flujo.
- Aplicaciones con líquidos iónicos para almacenamiento con energías renovables empleando baterías de flujo.
- Revisión de aspectos tecnológicos, financieros y políticos en aplicaciones con baterías de flujo.

www.southampton.ac.uk/



TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

BATERÍAS DE FLUJO

Desarrollo en compuestos del electrolito

Desarrollo de baterías empleando diferentes materiales para el electrolito, por ejemplo compuestos orgánicos en la fabricación del electrolito.

Soporte de energía en centrales de distribución y micro redes

Desarrollo de baterías de gran tamaño para almacenamiento en centrales eléctricas, Utilización como apoyo de suministro energético para emergencias de larga duración.

Sistemas de control

Sistemas y estrategias de control para baterías de flujo.

Manufactura

Métodos de fabricación de baterías de flujo, uso de nuevos materiales.



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO BATERÍAS DE FLUJO

VIONX ENERGY
VIONX ENERGY

Battelle
The Business of Innovation
BATTELLE
MEMORIAL INSTITUTE

IMERGY POWER SYSTEMS
IMERGY Power Systems

UET UniEnergy Technologies
UniEnergy Technologies

PRIMUS POWER
Primus Power

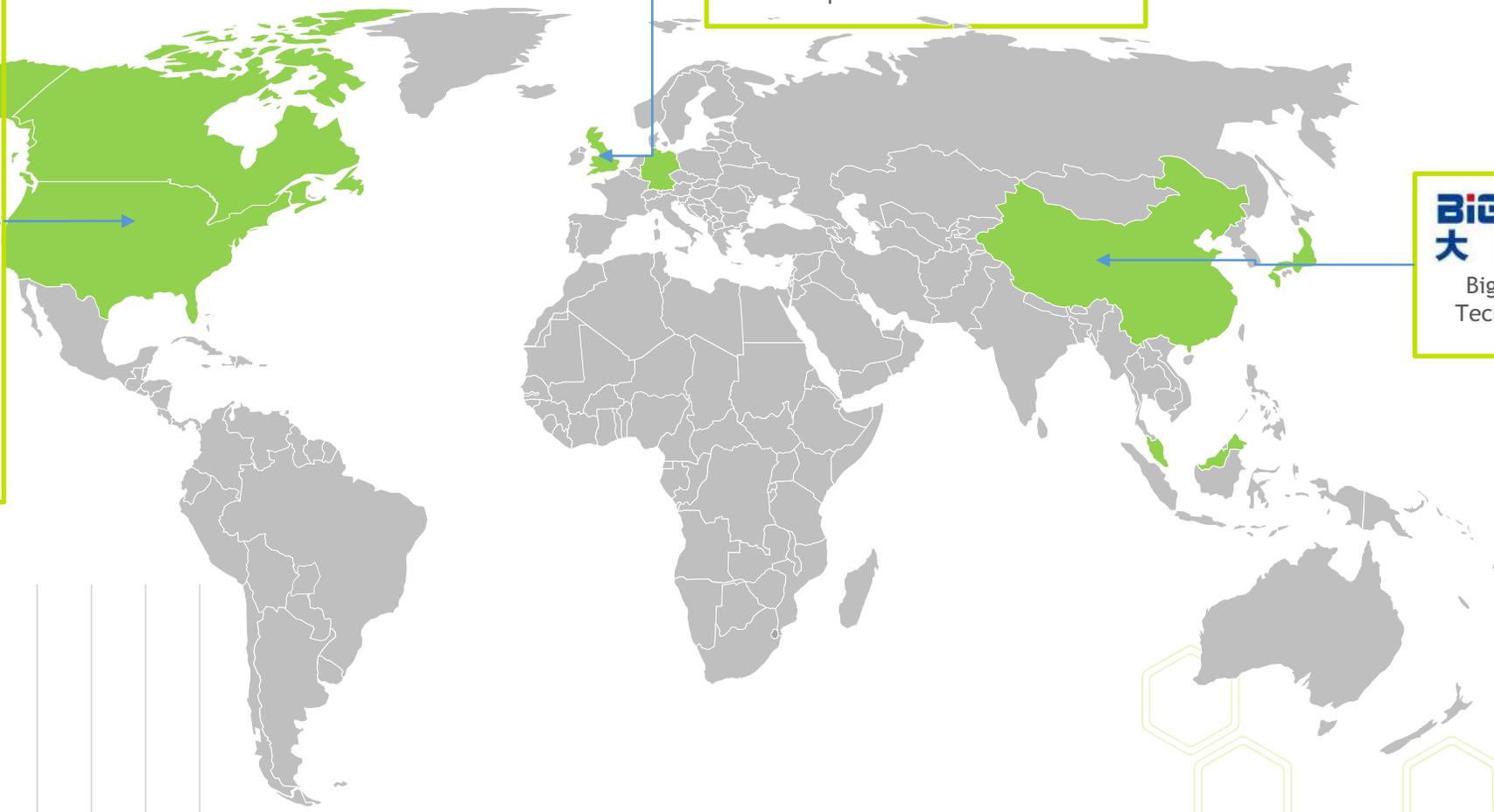
LOCKHEED MARTIN
LOCKHEED MARTIN
ADVANCED ENERGY STORAGE

UNIVERSITY OF Southampton
University of Southampton

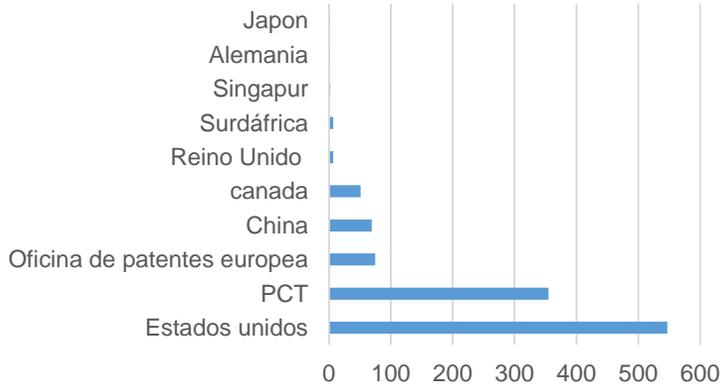
redT
energy storage
redT energy storage

BIG POWER
大力电工

Big Power Electrical
Technology Xiangyang
Inc. Co.



Numero de patentes



Geografías de protección
(1995-2015)

LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

BATERÍAS DE FLUJO



LOCKHEED MARTIN ADVANCED ENERGY STORAGE, LLC

Lockheed Martin es una corporación estadounidense de la industria aeroespacial y militar asociada con el departamento de defensa y agencias del gobierno federal de estados unidos. Posee grandes recursos en tecnología avanzada y guerra global, adicionalmente es el mayor contratista militar del país.

Lockheed Martin opera en cinco segmentos de negocios. Estos son:

- Aeronáutica.
- Soluciones globales.
- Sistemas de información.
- Misiles y control de incendios.
- Sistemas de formación y sistemas espaciales.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Desarrollo de sistemas de conversión de energía química en energía eléctrica.
- Desarrollo de métodos para determinar propiedades físicas y químicas de algunos materiales.

Proyectos.

- Desarrollo de baterías de flujo empleando tecnología de nanoestructuras de carbono, lo cual permite incrementar hasta 5 veces la densidad de energía de la batería y mejora la eficiencia en comparación a las celdas convencionales.



BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE

Organización de investigación y desarrollo sin animo de lucro con mas de 60 sedes alrededor del mundo, sus segmentos de desarrollo están orientadas a :

- Consumidor e industria
- Energía y medioambiente
- Salud y farmacéutica
- Seguridad

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Desarrollo de sistemas de conversión de energía química en energía eléctrica.
- Usos, análisis, desarrollos y manufactura de nano estructuras.
- Procesos de producción de electrolito a partir de compuestos no metálicos.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.

Proyectos.

- Electrolito para baterías de flujo empleando pares redox de sulfuro de litio.
- Sistema de almacenamiento hibrido empleando compuestos orgánicos



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

BATERÍAS DE FLUJO



PRIMUS POWER CORPORATION

Compañía con sede principal en Estados Unidos, su sector comercial está dirigido a soluciones en almacenamiento energético, redes de energía e integración con energías renovables.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

- Desarrollo de sistemas de conversión de energía química en energía eléctrica.
- Sistemas para generar, distribuir y almacenar energía eléctrica.

Proyectos.

- Desarrollos en diferentes tipos de arquitectura para baterías de flujo, principalmente en baterías de flujo metal - halógeno.
- Desarrollo de métodos y sistemas de control para dispositivos de almacenamiento energético.



CELLENNIUM SQUIRREL HOLDINGS LTD.

Empresa tailandesa comercializadora de baterías de flujo redox de vanadio. Todos sus productos están patentados bajo la firma SQUIRREL HOLDINGS LTD, principalmente han enfocado su desarrollo tecnológico a disminuir el costo de producción de estas baterías. Todos sus desarrollos han sido una variación de la primera patente ejecutada por uno de los fundadores en 1978, la mayoría de estas patentes están protegidas en estados unidos.

Temas de desarrollo asociados a la clasificación internacional de patentes (IPC) y a la tecnología de estudio.

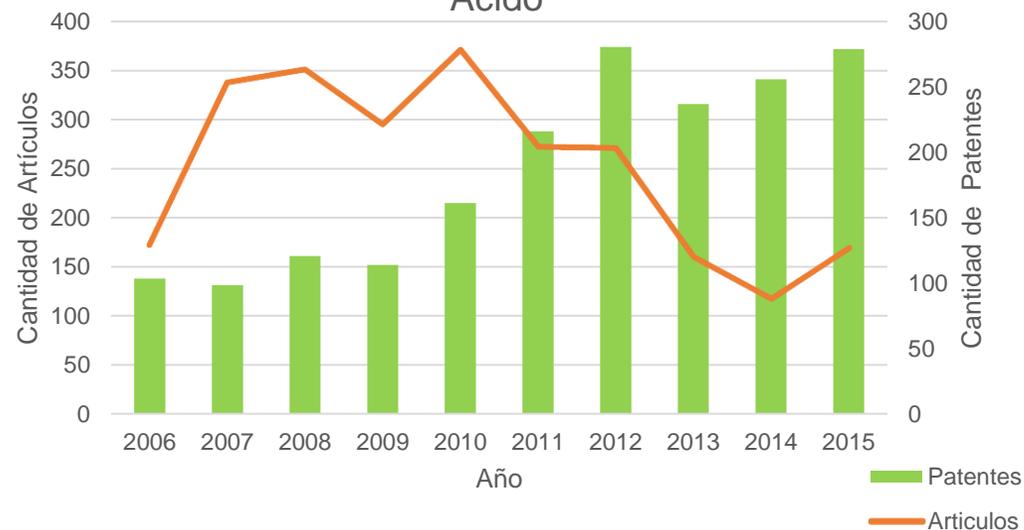
- Desarrollo de sistemas de conversión de energía química en energía eléctrica.

Proyectos.

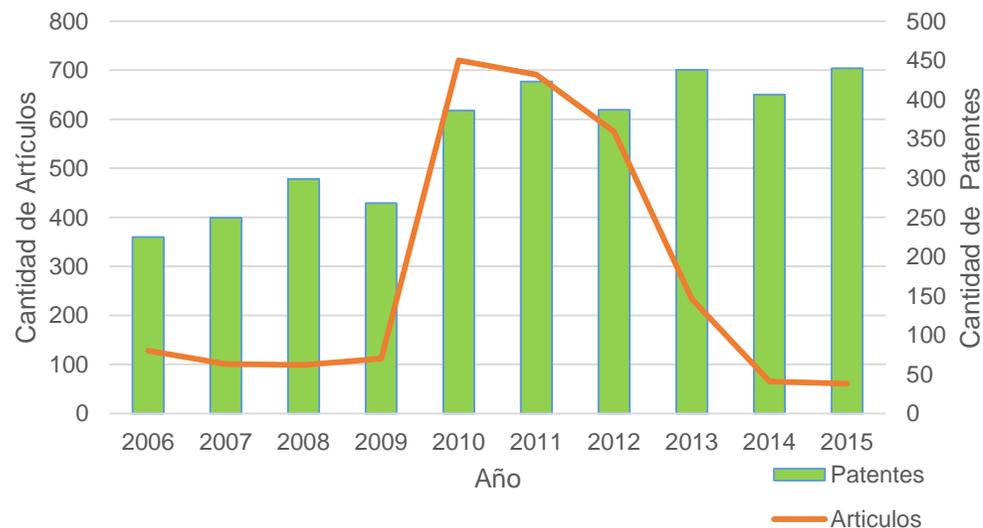
- Desarrollo de métodos de operación de baterías de flujo.
- Uso de diferentes tipos de celdas de carga y descarga a partir de material metálico poroso.
- **Celda de “Azúcar”:** Desarrollo de electrolito a base de carbohidratos (azúcar y tapioca), con una eficiencia comprobada en la conversión del 45%.

NIVEL DE MADUREZ

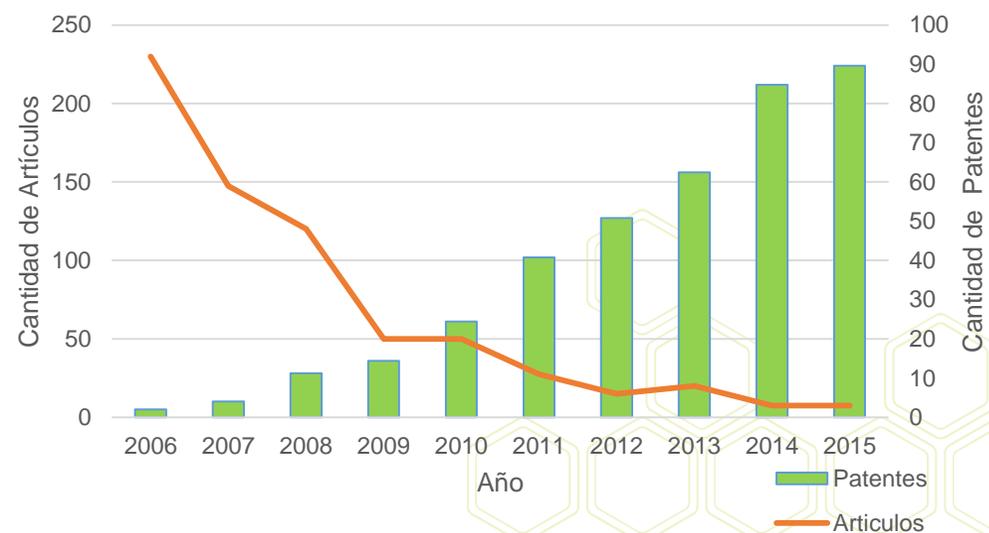
Producción científica por año – Baterías Plomo Ácido



Producción científica por año - Volantes de inercia



Producción Artículos por año – Baterías de flujo



NIVEL DE MADUREZ-ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



PARA TENER EN CUENTA

- **China y Estados Unidos Lideres en investigación y desarrollo:** En la ultima década se ha impulsado enormemente el desarrollo tecnológico en el área de energías, principalmente las potencias como China y Estados Unidos han dado buenos incentivos económicos a las instituciones, lo cual se ha reflejado en un crecimiento tecnológico en temas de almacenamiento energético.
- **Tendencia en baterías de plomo-ácido:** Debido a que las baterías plomo-ácido es una tecnología muy madura se encuentra en un valle en la generación de publicación científica y de patentes, por otro lado, la gran mayoría de estas publicaciones están enfocadas a desarrollar sistemas de control para las baterías y al aumento de eficiencia de las mismas.
- **Crecimiento tecnológico en volantes de inercia:** El mercado automotriz ha impulsado el desarrollo tecnológico en volantes de inercia, sin embargo en las ultimas décadas se ha encontrado una aplicabilidad importante de esta tecnología en sistemas UPS y en aplicaciones no comerciales, como lo es el sector aeronáutico. Durante este crecimiento hay tendencia al desarrollo de nuevos materiales y diseños que permitan mejorar el rendimiento de esta tecnología.
- **Crecimiento tecnológico en Baterías de flujo:** A pesar de ser una tecnología no muy reciente, en la ultima década se a impulsado la generación de conocimiento científico a través de patentes y artículos. Lo anterior debido a que se ha encontrado un importante potencial comercial de este tipo de baterías para el apoyo del suministro energético en redes de distribuciones y microredes, incluyendo sistemas de energías renovables. Como consecuencia hay tendencia al desarrollo de la tecnología desde un punto de vista operacional, tal como el aumento de eficiencia a través del uso de nuevos materiales y compuestos, y el desarrollo de sistemas de control de carga.

REFERENCIAS

Battelle (2016). www.battelle.org/

Boing (2016). www.boeing.com/

BYD (2016). www.byd.com/

Ford (2016). corporate.ford.com/

General Electric (2016). www.ge.com/

Johnson Controls (2016). www.johnsoncontrols.com/

Lockheed Martin (2016). <http://www.lockheedmartin.com/us.html>

Midtronics (2016). <http://es.midtronics.com/>

Primus power (2016). <http://www.primuspower.com/>

Scopus (2016). Información de publicaciones científicas. www.scopus.com

Vanadium Battery (2016). www.vanadiumbattery.com/

WIPO (2016). Información de patentes. patentscope.wipo.int



REFERENCIAS IMAGENES

wordlesstech.com

<http://press.porsche.com/news/release.php?id=535>

http://furukawa.co.jp/english/what/2014/kenkai_140310.htm

www.indjst.org

<http://www.secure-power.com/flywheel.htm>

<https://gigaom.com/2011/10/31/what-you-need-to-know-about-flywheels/>

http://myskillweb.blogspot.com.co/2010_12_12_archive.html

www.texample.net

www.carbonallotropes.com

www.boreasaustral.com

<http://www.ecoult.com/technology/ultrabattery/>

<http://ayudaelectronica.com/capacidad-nominal-bateria-plomo-acido/>

<https://www.ecn.nl/resdas/infleacid.aspx>

<http://autolibre.blogspot.com/2013/09/exitosa-conversion-de-un-vehiculo.html>

<https://pixabay.com>

tritium.com.au





ENERGÍA

4.

OPORTUNIDADES Y BRECHAS

En este capítulo se identifican oportunidades y brechas para el área de interés, considerando aspectos como capacidad requerida, segmento de clientes y barreras. Se realiza la identificación de la situación actual de Medellín desde sus empresas y grupos de investigación, con el fin de identificar qué hacer para afrontar estas dinámicas.



¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

¿Cómo está Medellín?



- Hay un mercado establecido de baterías de plomo para el mercado automovilístico.
- Existen empresas con capacidad de producción en masa de baterías, pero se enfocan en productos convencionales.
- En el Área Metropolitana hay varios esquemas de almacenamiento en industrias en bancos de baterías de plomo ácido.



- La tecnología de volantes de inercia y baterías de flujo es desconocida.
- Industria TIC en crecimiento y con capacidades de responder a las necesidades del mercado. Oferta de profesionales e investigación en temas de control y comunicaciones desde las universidades locales.



- Actualmente se está reglamentando La Ley 1715, que permite la autogeneración y la entrega de excedentes de energía a la red desde los usuarios finales.



- Ante las dificultades en el desarrollo de proyectos de infraestructura, el Plan de Expansión de la UPME 2015-2029, plantea la instalación de baterías para mejorar el servicio eléctrico de forma puntual, con pocas intervenciones de espacio. Preliminarmente se han planteado 2 proyectos en el Departamento del Atlántico: una batería de 35 MW en Riomar 34.5 kV y otra 20 MW en Unión 34,5 kV.

PROBLEMAS A RESOLVER Y POSIBLES SOLUCIONES

PROBLEMAS A RESOLVER

- Intermitencia en la generación energía de fuentes renovables
- Imposibilidad de optimizar la operación de centrales con fuentes renovables según el precio horario de energía
- Problemas de estabilidad de la red
- Necesidad creciente de confiabilidad en el sistema interconectado
- Costos elevados en el almacenamiento doméstico
- Poca competitividad de proyectos de generación distribuida
- Residuos peligrosos de minería sin disposición adecuada

SOLUCIONES

- Implementación de volantes de inercia para estabilización de red y regulación de frecuencias
- Implementación de volantes de inercia para respuesta inmediata y seguridad en el suministro de corto plazo de energía en UPS
- Implementación de bancos de baterías de plomo avanzadas, escalables de acuerdo a las necesidades del usuario
- Implementación de baterías de flujo para manejo de energía a nivel industrial, optimización de consumos y respuesta de la demanda
- Desarrollo local de baterías de flujo utilizando vanadio y otros residuos de minería. Investigación en electrolitos orgánicos
- Desarrollo tecnológico local de sistemas de control y gestión energética



OPORTUNIDADES Y BRECHAS

Brechas

- Costos tecnológicos comparados con las baterías de litio
- Poca participación de energía eólica y solar en el SIN
- Ausencia de reglamentación de autogeneración
- Inexistencia actual de la generación distribuida
- Falta de estímulos para la respuesta desde la demanda
- Desconocimiento de oportunidades de negocio para usuario regulados

Oportunidades



1 Desarrollo de sistemas de integración de baterías



2 Pruebas Piloto Volantes de Inercia



3 Competitividad generación solar y eólica



4 Modelo de negocios para la autogeneración y generación distribuida



5 Desarrollo Local de Baterías

Corto plazo (0-3 años)

Mediano plazo

Largo plazo

OPORTUNIDADES

1

Desarrollo de sistemas de integración de baterías

Segmentos de clientes



Desarrolladores TIC

Oferta hacia los clientes

Desarrollar sistemas de comunicación y control aplicados a esquemas de generación de energía con baterías. Esto permitirá optimizar la generación, autogeneración y distribución de energía en micro redes.

¿Por qué es una oportunidad?

Actualmente los sistemas de control vienen desde los proveedores internacionales bajo un esquema de “caja negra.” Con desarrollo de sistemas de integración los proceso de control se podría mejorar localmente, se facilitaría el mantenimiento y impulsaría el desarrollo de nuevas soluciones.

Capacidades requeridas

- Oferta de profesionales en temas de control y TIC
- Investigación continua en técnicas de control relacionadas con la gestión de sistemas de almacenamiento.

Brechas / Barreras

- Fuerte competencia internacional

¿Quién se beneficia?

- Empresarios locales
- Usuarios finales de baterías
- Industria TIC

OPORTUNIDADES

2

Pruebas Piloto de Volantes de Inercia

Segmentos de clientes



Empresas Generadoras de Energía



Operador de Red

Oferta hacia los clientes

Aprendizaje tecnológico para entender las posibilidades comerciales y operativas de los en términos de soporte de red e intermitencia en la generación

¿Por qué es una oportunidad?

Los volantes de inercia son una tecnología desconocida en Colombia. Actualmente todo el soporte de red lo hacen generadoras mayores a 20MW, y un proyecto piloto permitiría generar información para explorar alternativas de almacenamiento de corto plazo para el soporte.

Capacidades requeridas

- Monitoreo en tiempo real del sistema eléctrico
- Tecnologías de control
- Infraestructura

Brechas / Barreras

- Altos costos y riesgos tecnológicos
- La competencia se soporta en tecnología probada en el país.
- Ausencia de regulación específica en almacenamiento. Es necesario que la CREG cree una figura de “Almacenador de Energía”

¿Quién se beneficia?

- Usuario Final - Energía más barata
- Operador de red
- Nuevos empresarios

OPORTUNIDADES

3

Almacenamiento para Energía Solar y Eólica

Segmentos de clientes



Oferta hacia los clientes

Usando baterías de flujo y plomo avanzado se podría mejorar la competitividad de sistemas de generación renovables, ya que se permitiría optimización de la venta de energía. Esto permitiría vender en horas con mayor demanda y a mayor precio y ofrecer potencia firme.

¿Por qué es una oportunidad?

Las centrales renovables deben despachar a costo cero, y esperar el precio definido por el despacho. Las baterías permiten planear la operación diaria para atender los picos.

Adicionalmente, el almacenamiento posibilita la oferta de potencia firme mejorando la competitividad de las centrales renovables y acceder a beneficios por confiabilidad. Adicionalmente facultaría prestar soporte de red

Capacidades requeridas

- Conocimiento tecnológico
- Infraestructura
- Predicción de comportamiento del recurso energético

Brechas / Barreras

- Barreras ambientales para los electrolitos
- Ausencia de regulación en almacenamiento químico

¿Quién se beneficia?

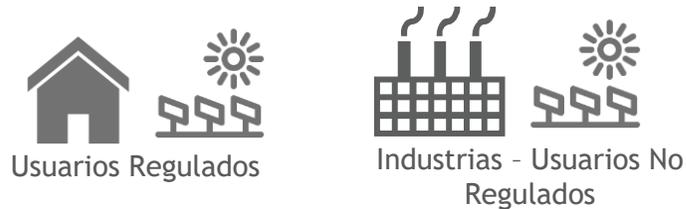
- Usuario Final - Energía más barata
- Empresas de generación de energía
- Fabricantes de baterías

OPORTUNIDADES

4

Modelo de Negocios para Autogeneración y Generación Distribuida

Segmentos de clientes



Usuarios Regulados

Industrias - Usuarios No Regulados

Oferta hacia los clientes

Usar baterías de plomo y baterías de flujo a nivel residencial e industrial de tal forma que ayuden a viabilizar iniciativas de autogeneración a los usuarios finales. Las baterías pueden mejorar ostensiblemente las posibilidades de los usuarios finales de entregar energía a la red y de reducir sus consumos en las horas pico de demanda.

¿Por qué es una oportunidad?

Puede fortalecer el sector de la energía naciente y optimizar el sistema eléctrico como un todo. Actualmente, los proyectos de autogeneración tienen retornos de la inversión muy lejanos y las baterías podrían mejorar sus condiciones financieras

Capacidades requeridas

- Medición bidireccional: Contadores de energía y sistema de información (infraestructura TIC)
- Cobro de energía hora a hora para los usuarios regulados
- Incentivos a la respuesta desde la demanda
- Cadena de suministros y proveedores

Brechas / Barreras

- Poca educación energética
- No hay paridad de red en la generación con energía solar, y los proyectos requieren un músculo financiero importante
- Reglamentación asociada a la autogeneración (Ley 1715)
- Alternativas Tecnológicas - Baterías de Litio

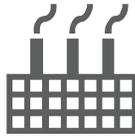
¿Quién se beneficia?

- Usuario Regulado - Participación en el mercado de energía
- Usuario Industrial - Reducción de costos operativos asociados a la energía
- Compañías de servicios de energía
- Proveedores de tecnologías solar, TIC, importadores
- Fabricantes de baterías

OPORTUNIDADES

5 Desarrollo Local de Baterías

Segmentos de clientes



Industrias Locales de
Baterías

Oferta hacia los clientes

Consolidar una industria local de desarrollo de baterías de flujo y plomo ácido avanzado que aproveche materiales locales (por ejemplo residuos mineros) que pueda atender la demanda futura de almacenamiento de energía.

¿Por qué es una oportunidad?

No existen fabricantes latinoamericanos de baterías de flujo. Hay una oportunidad de desarrollo de tecnología local y escalable con impactos ambientales menores que los de las alternativas (baterías de litio).

Capacidades requeridas

- Sector de autogeneración creciente y maduro
- Conocimiento científico y oferta de profesionales locales
- Sistemas de disposición final o ecología industrial asociada a los residuos de producción

Brechas / Barreras

- Restricciones y regulaciones ambientales de materiales transporte y disposición final
- Mercado actual inexistente
- Alternativas Tecnológicas - Baterías de Litio

¿Quién se beneficia?

- Empresas locales (proveedores de insumos, transporte, comercialización e instalación)

RECOMENDACIONES FINALES

- ***Oportunidades de innovación mediante tecnologías de almacenamiento.*** Las nuevas tecnologías del almacenamiento de energía pueden traer oportunidades de innovación para Medellín, aprovechando las características y prestaciones de cada una.
- ***Proyectos piloto de volantes de inercia para implementar la tecnología en Colombia.*** Los volantes de inercia son unas tecnologías en un estado avanzado, que pueden entregar grandes cantidades de energía en lapsos de tiempo muy cortos. Se recomienda pensar en un proyecto piloto para implementar esta tecnología en Colombia, que permita entender las oportunidades y limitaciones que tiene y que pueda convertirse en una alternativa para los servicios complementarios en las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica.
- ***Las baterías, tanto las de plomo avanzada como las de flujo, podrían tener un rol muy interesante en distintas aplicaciones de corto plazo en el sector eléctrico.*** El almacenamiento de energía permitirá aumentar la competitividad en las centrales de energía renovable no-convencional, ya que les permitirá ofertar potencia firme y optimizar su producción de acuerdo a la demanda de energía. Sin embargo, las baterías también abrirán oportunidades para los usuarios finales, que podrán desarrollar modelos de negocios para fortalecer las iniciativas de autogeneración, entrega de excedentes a la red y respuesta desde la demanda.



RECOMENDACIONES FINALES

- **Posibilidad de desarrollo local y de aprovechamiento de residuos mineros como vanadio.** Los mayores avances en baterías de plomo ácido y en los volantes de inercia se hacen en China, y es difícil que desde Colombia se puedan hacer contribuciones de desarrollo tecnológico importantes. Sin embargo, para las baterías de flujo la situación es más prometedora ya que los mayores desarrollos se hacen en los Estados Unidos, que es mucho más cercano en términos de colaboración con las empresas locales. En Colombia existen empresas con capacidad de desarrollo de estas tecnologías y hay una oportunidad de aprovechar residuos mineros de difícil disposición (como el vanadio) para la manufactura de estas baterías.
- **Posibilidad de desarrollo de soluciones informáticas y sistemas de control.** Independientemente de la tecnología de almacenamiento a utilizar, existirá una gran demanda de sistemas de control energético para residencias, industrias y comercios. Aprovechando las capacidades en TIC, desde Medellín se pueden desarrollar soluciones informáticas y sistemas de control para servirle al sector.





GRACIAS

