



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**DIMENSIONAMIENTO DE UN BANCO DE BATERÍAS ION LITIO
COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA**

Autores:

- **LUIS ALFREDO UZHCA TENEGUZÑAY**
- **LEONARDO ÁNGEL YUPA CAMAS**

Acompañante:

- **ING. JOSÉ MARTIN MUÑOZ, MSc**

Milagro, Diciembre 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Leonardo Ángel Yupa Camas, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Energías Alternativas y Eficiencia Energética**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre del 2018



Leonardo Ángel Yupa Camas
CI: 0922987920

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

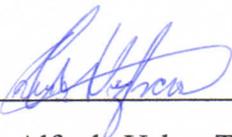
Presente.

Yo, Luis Alfredo Uzhca Teneguzñay, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Energías Alternativas y Eficiencia Energética**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre del 2018



Luis Alfredo Uzhca Teneguzñay
CI: 0928181361

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, Ing. José Martin Muñoz Salcedo en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes Leonardo Ángel Yupa Camas y Luis Alfredo Uzhca Teneguzñay, cuyo tema de trabajo de Titulación es **Dimensionamiento de un banco de baterías ion litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica**, que aporta a la Línea de Investigación **Energías Alternativas y Eficiencia Energética** previo a la obtención del Grado Ingeniero Industrial; trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre del 2018.



Ing. José Martin Muñoz Salcedo

C.I.: 010422672-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. José Martín Muñoz Salcedo.

Ing. Jhonny Darwin Ortiz Mata.

Ing. Javier Alexander Alcázar Espinoza.

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el /la señor (a/ita) Leonardo Ángel Yupa Camas.

Con el tema de trabajo de Titulación: **DIMENSIONAMIENTO DE UN BANCO DE BATERÍAS ION LITIO COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75.33]
Defensa oral	[16.0]
Total	[91.33]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 06 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. José Martín Muñoz Salcedo	
Secretario /a	Ing. Jhonny Darwin Ortiz Mata	
Integrante	Ing. Javier Alexander Alcázar Espinoza	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. José Martín Muñoz Salcedo.

Ing. Jhonny Darwin Ortiz Mata.

Ing. Javier Alexander Alcázar Espinoza.

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el /la señor (a/ita) Luis Alfredo Uzhca Teneguzñay.

Con el tema de trabajo de Titulación: **DIMENSIONAMIENTO DE UN BANCO DE BATERÍAS ION LITIO COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

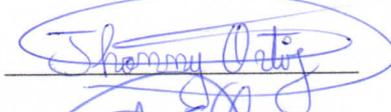
Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75.33]
Defensa oral	[15.67]
Total	[91.0]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 06 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. José Martín Muñoz Salcedo	
Secretario /a	Ing. Jhonny Darwin Ortiz Mata	
Integrante	Ing. Javier Alexander Alcázar Espinoza	

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis padres Manuel Ángel Yupa y Úrsula Camas pues ellos fueron los principales pilares para la construcción de mi etapa profesional, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar por su apoyo incondicional, sus virtudes infinitas me hace que admire cada día más.

Gracias Dios por concederme una esposa maravillosa y a mis dos hijas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.

Leonardo Yupa

Esta propuesta práctica va dedicado en primer lugar a Dios, porque sin su voluntad yo no hubiera llegado a concluir mis estudios, agradezco a mis padres Manuel Uzhca y Teresa Teneguzñay, por todo su apoyo incondicional durante mi preparación académica, también hago referencia a mis profesores por haberme impartido todos sus conocimientos que día a día me fueron convirtiendo en un profesional y como no a mis amigos que siempre me estuvieron apoyando en diferentes proyectos.

Gracias a todos ellos dedico este trabajo.

Luis Alfredo Uzhca Teneguzñay

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por su voluntad hemos logrado concluir nuestros estudios, por darnos fuerzas en nuestra formación como profesionales.

Al Ing. José Martín Muñoz Salcedo quien fue nuestro tutor en la elaboración de esta propuesta práctica, por impartirnos los conocimientos necesarios y toda la paciencia que nos tuvo.

Y principalmente a nuestros padres, porque gracias a ellos alcanzamos nuestras metas, siempre nos apoyaron incondicionalmente, y nos enseñaron que cada esfuerzo tiene su recompensa y convertirnos en profesionales es nuestro mayor logro.

Leonardo Yupa

Luis Uzhca.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	II
DERECHOS DE AUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1	5
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
CAPÍTULO 2	8
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	8
CAPÍTULO 3	19
METODOLOGÍA.....	19
CAPÍTULO 4	23
DESARROLLO DEL TEMA.....	23
CAPÍTULO 5	33
CONCLUSIONES.....	33
Bibliografía.....	35
ANEXOS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes de la Batería de Litio-Ion 18650	11
Figura 2 Funcionamiento de una Batería de Litio-Ion 18650	12
Figura 3 Dimensiones de la batería de Litio-Ion 18650	14
Figura 4 Diagrama de Flujo de banco de batería de Litio-ion.....	20
Figura 5 Baterías recicladas.....	23
Figura 6 Placa BMS	24
Figura 7 Batería Litio-Ion.....	24
Figura 8 Medición de celdas.....	25
Figura 9 Cargador IMAX B6AC v2	27
Figura 10 Conexión global	28
Figura 11 Página Web, arreglos de capacidades	29
Figura 12 Banco de baterías recicladas de litio-ion tipo 18650	30
Figura 13 Banco de baterías recicladas de litio-ion tipo 18650	30
Figura 14 Fuente elevador de voltaje	31
Figura 15 Regulador de carga.....	31
Figura 16 Inversión de corriente continua a corriente alterna.....	31
Figura 17 Prueba del banco de Ion-litio 18650	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones de la batería de Litio-Ion 18650	13
Tabla 2 Registro de voltajes y capacidades	25
Tabla 3 Comparación entre fabricantes y resultados obtenidos	32
Tabla 4 Tiempo de carga del banco de baterías.....	32

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo se enfocó en el dimensionamiento de un banco de baterías Litio-Ion como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica, para lo cual estableció como objetivo principal el desarrollar un banco de baterías Ion Litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica, esto conllevó a elaborar una metodología propia para el reciclaje y aprovechamiento de baterías de ordenadores desechados, a partir de residuos electrónicos y a determinar la importancia que representa contar con un banco de baterías recicladas de Litio-Ion con celdas cilíndricas de tipo 18650, para aplicaciones de almacenamiento energético. El marco teórico conceptual se basó en fuentes primarias y secundarias de acuerdo a las variables investigativas, las mismas que se obtuvieron de artículos científicos, revistas indexadas, entre otros. La metodología consistió en un estudio documental, con respecto al tipo de investigación es cuantitativo y cualitativo. El alcance es exploratorio, descriptiva y descriptivo. Teniendo en claro el diseño de investigación, se hizo importante establecer la metodología de la creación de un banco de batería de Litio-Ion 18650 a través de un flujograma de procesos, también se aplicaron métodos tales como el analítico sintético, inductivo y deductivo, la técnica utilizada fue la ficha hemerográfica y fuentes de información. El desarrollo del tema se centró en la creación del banco de baterías, esto conllevó para lo cual se realizó una serie de procesos que se iniciaron con la adquisición de las baterías, revisión del año de fabricación, desmontaje limpieza, medición de las celdas, para realizar la carga y descarga de celdas y con los respectivos datos se efectuó los arreglos de serie y paralelos para finalmente armar el prototipo que se conectó al BMS, todo esto permitió sustentar el estudio es factible.

PALABRAS CLAVE: Almacenamiento energético, Ión Litio, energía

ABSTRACT

The development of this work focused on the sizing of a Lithium-Ion battery bank as a photovoltaic solar energy storage system, for which the main objective was to develop a Lithium Ion battery bank as a photovoltaic solar energy storage system , this led to the development of a methodology for the recycling and use of discarded computer batteries, from electronic waste and to determine the importance of having a bank of recycled Lithium-Ion batteries with cylindrical cells of type 18650, for applications of energy storage. The theoretical framework was based on primary and secondary sources according to the investigative variables, which were obtained from scientific articles, indexed journals, among others. The methodology consisted of a documentary study, with respect to the type of research is quantitative and qualitative. The scope is exploratory, descriptive and descriptive. Being clear about the research design, it became important to establish the methodology for the creation of a Lithium-Ion 18650 battery bank through a process flow chart, methods such as the synthetic, inductive and deductive analytical methods were also applied. The technique used was the newsletter and sources of information. The development of the theme focused on the creation of the battery bank, this led to a series of processes that were initiated with the acquisition of batteries, revision of the year of manufacture, disassembly, cleaning, measurement of the cells, carry out the loading and unloading of cells and with the respective data the series and parallel arrangements were made to finally assemble the prototype that was connected to the BMS, all this allowed to sustain the study is feasible.

KEY WORDS: Energy storage, Lithium ion, energy

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se centró en el dimensionamiento de un banco de baterías ion litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica. Las baterías de Litio-Ion (Ion litio) de acuerdo con su composición de iones de litio contienen una gran cantidad de compuestos químicos y metales que permiten recargarse a pesar de que dejan de funcionar como un todo, dentro de una portátil, notebook o teléfono celular, generando una gran cantidad de residuos electrónicos y que, cuando no se manejan adecuadamente, contribuyen a la contaminación del medio ambiente a nivel de aire, suelo y agua.

En Chile, en 2016, hubo un gran consumo por capital anual de baterías comercializadas como una fuente de energía independiente, con 6,03 unidades por habitante en baterías de dióxido de manganeso y 2,49 unidades por habitante en pilas de zinc y carbono, mientras que las de litio corresponden a 0.19 unidades por habitante por año, debido al poco uso de este tipo de fuente de energía en el mercado nacional (López, Quinteros, & Duque, 2015)

Actualmente, las baterías y las pilas se han considerado una fuente de energía que satisface mejor las necesidades de la era tecnológica; Sin embargo, cada tipo de dispositivo electrónico necesita un cierto tipo de batería o pila que se adapte a sus necesidades de suministro, tamaño, componentes y características. La selección, manejo y eliminación final de estos materiales biodegradables y, en algunos casos, altamente tóxicos afectan en gran medida la salud de las personas, por lo que el desarrollo del banco de baterías tiene como objetivo reducir el nivel de contaminación.

La reacción electroquímica del reciclaje de baterías de Ion de Litio es reversible, es decir, una vez que se descargan, se vuelven a cargar mediante la inyección de corriente continua desde una fuente externa, con una eficiencia en el ciclo de carga y descarga que oscila entre el 70% y el 80%, que permite a quienes saben manejarlas obtener beneficios económicos, puesto que las pueden comercializar una vez que estén listas, sean para consumo doméstico o industrial.

Dentro de este contexto, se desarrolló el trabajo en cuatro capítulos, en primeras instancia se estableció el planteamiento del problema, los objetivos investigativos y la justificación.

Dentro del marco teórico se fundamentó las variables a través de fuentes primarias y secundarias obtenidas de libros, revistas, artículos, etc.

La metodología consistió en un estudio documental basado en la búsqueda de información, recolección de datos numéricos, obtenidos de fuentes documentales, con respecto al tipo de investigación es cuantitativo y cualitativo. El alcance es exploratorio, descriptiva y descriptivo, los métodos utilizados con el analítico sintético, inductivo y deductivo, la técnica utilizada fue la ficha hemerográfica y fuentes de información.

El desarrollo del tema, se centró en la utilización de Baterías de computadoras portátiles con las cuales se pretende diseñar y construir un prototipo de banco de batería para aplicaciones energéticas variadas que funcione de manera recargable, tomando como base aquellos residuos de celdas cilíndricas de tipo 18650, disponibles dentro de las baterías de ordenadores portátiles.

Motivo por el cual la creación de banco de baterías recicladas de Litio-Ion de las computadoras portátiles, permitirá obtener una sostenibilidad energética, así también proteger las baterías con un protector electrónico, promoviendo el desarrollo y el buen vivir de los ecuatorianos, tras su practicidad y cuidado del medio ambiente.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El término Residuos de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) se refiere a cualquier dispositivo que utiliza una fuente de alimentación para su funcionamiento y que ha llegado al final de su vida útil. La RAEE incluye una amplia gama de dispositivos, como computadoras, electrónica de consumo, teléfonos celulares y electrodomésticos, que ya no son utilizados o deseados por sus usuarios. El término RAEE también incluye la priorización multicriterio de un dispositivo eléctrico y electrónico de desecho que incluye todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha (Casas, Cerón, Vidal, Peña, & Osorio, 2015).

En el Ecuador, el alto costo de la fabricación de las baterías, hace que este mercado no sobresalga, es por ello, que se han buscado nuevas formas para sacar provecho a las baterías de las computadoras portátiles que ya han cumplido su ciclo de vida, que a través de un adecuado proceso se han obtenido beneficios para ser reutilizados de acuerdo a las necesidades de las personas, resultando además una alternativa eficiente en el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad energética doméstica (Ecuador, 2018, pág. 15).

De acuerdo con la Azo (2012): las baterías de litio se caracterizan por baterías que lo contienen y las reacciones electroquímicas que ocurren en ellas, siendo irreversibles cuando se consumen los reactivos de descarga y las baterías de tipo primario se detallan según las baterías de zinc; si es lo contrario, el sistema es de un tipo secundario, como es el caso de las baterías de plomo, que por el conjunto de celdas electroquímicas se llaman baterías (página 3).

En el cantón Milagro, a pesar de ser un lugar que mantiene un crecimiento sostenido en diferentes ámbitos de la economía, no habido la iniciativa ni emprendimiento de aprovechar el almacenamiento energético a nivel doméstico e industrial de las baterías Litio-Ion que se encuentran en las computadoras portátiles, esta situación se da por el desconocimiento de los beneficios de las baterías en mención y sus diversas prácticas que se pueden obtener.

La falta de interés del usuario y el inadecuado manejo de sus desechos tecnológicos, es otro de los problemas que han hecho que no se aproveche los residuos electrónicos tras la culminación de su vida útil, motivo por el cual nació la idea de este estudio, ya que muchos usuarios reemplazan una batería con otra, por no tener conocimiento de cómo sacarle provecho.

Las baterías antes referidas, esconden un tesoro por dentro de cada computador, siendo por su estructura estrecha y alargada, de formas redondeada en los extremos, que permite detectar algo cilíndrico en su interior, según las especificaciones de este tipo; actualmente, son utilizadas en ordenadores portátiles y consideradas fuente de alimentación dentro y fuera en estos aparatos electrónicos. Además de mencionar que existe un desafío ante el sistema de supervisión y control en cuanto a las operaciones de las baterías Litio-Ion, estado estandarizado de carga y en tiempo real, siendo ineficiente por la acumulación y extracción de la energía que produce, ante la optimización de la gestión de la potencia del banco de baterías (comportamiento de carga y/o descarga) de manera que genere algún control sobre su uso.

El desarrollo de este trabajo permitirá esclarecer los materiales necesarios para la elaboración de un banco de baterías recicladas de Litio-Ion con celdas cilíndricas de tipo 18650, disponibles en computadores y que luego actuarán como desechos sólidos, con el propósito de mejorar el desarrollo y sostenibilidad energética (Fonseca, 2012)

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un banco de baterías Ion Litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una metodología propia para el reciclaje y aprovechamiento de baterías de ordenadores desechados, a partir de residuos electrónicos.
- Determinar la importancia que representa contar con un banco de baterías recicladas de Litio-Ion con celdas cilíndricas de tipo 18650, para aplicaciones de almacenamiento energético.

- Contribuir a la conservación del medio ambiente mediante prácticas más conscientes sobre la gestión de residuos electrónicos peligrosos.

Justificación

El desarrollo de este estudio se soporta en la importancia que representa el reciclaje de baterías de Litio-Ion, con celdas cilíndricas de tipo 18650, para el diseño de un sistema de aplicación de almacenamiento energético bajo la tesis de la reutilización, a procura de contribuir al tratamiento de residuos electrónicos peligrosos, en pro de la conservación ambiental.

La presente investigación se considera altamente factible, ya que se tomará como base primordial los aspectos y conocimientos que existen por medio de los estudios bibliográficos que se han realizado en base al dimensionamiento de un banco de baterías ion litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica, que se han realizado en el cantón Milagro, además de ser de gran importancia para el desarrollo sostenible de esta localidad, ya que el aprovechar los residuos eléctricos, especialmente las batería Litio-Ion que se las obtiene de las computadoras portátiles, esto también permitirá generar una fuente de ingreso para quienes deseen o conozcan sobre el manejo o procedimientos para hacerlas útil a nivel doméstico e industrial.

Dentro de este contexto, lo importante es establecer los aspectos que justifican este trabajo investigativo, desde el punto de su importancia, como es el hecho de que este trabajo tiene como finalidad

En base a todo lo expresado lo importante es establecer también los aspectos que justifican la investigación desde el punto de vista de su importancia, como es el hecho de que este estudio tiene como finalidad desarrollar un banco de baterías Ion Litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica. Cabe mencionar que en este estudio se clasificará los materiales necesarios para la elaboración del banco de baterías recicladas de Litio-Ion con celdas cilíndricas de tipo 18650, que se encuentran en las computadoras portátiles y que luego actuarán como desechos sólidos, con el propósito de potencializar el desarrollo y sostenibilidad energética.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Antecedentes

En el año de 1912 se hicieron los primeros trabajos con las baterías de litio, luego, en el año de 1970, las baterías de litio no recargables que aún no estaban en el mercado porque ya estaban inventadas, más tarde en el año 1980 las primeras surgieron modelos basados en litio metálico que ofrecen una densidad energética muy alta; Pero el litio metálico no cumplió su carga al cien por cien. Se estima que debido a esta inestabilidad en el litio metálico podría causar un aumento de la temperatura y, como resultado, una reacción violenta, luego, en el año 1999, se retiraron todas las baterías de litio después del incidente que un teléfono móvil emitió gases calientes y causó quemaduras. El rostro de varias personas (KODAK, 2012).

Según la (UNESCO, 2010) apoya a los países en la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) que trabajan para reducir la brecha digital. Sin embargo, la reducción de la brecha digital, a través de la promoción del uso de las TIC como herramientas del desarrollo, implica un crecimiento de residuos electrónicos al final de la vida útil de los equipos, cuyas implicaciones para el medio ambiente se deben tomar en cuenta. Las cantidades de equipos electrónicos, incluyendo computadoras, monitores, impresoras y celulares, están creciendo de manera exponencial desde las dos últimas décadas.

El Dr. Saúl Cadena Molina, del Instituto de Investigación Química UMSA de Bolivia, quien manifiesta el detalle y la conformación de la batería de Litio-Ion con celdas cilíndricas de tipo 18650; Documento del cual se extrae que, en comparación con la tensión con otras baterías, proporcionan los mejores beneficios para su evolución en el mercado.

De la misma forma en la Universidad Isabel I de España, se realizaron talleres que demuestran la importancia del conocimiento de la estructura de las baterías, así como su aplicación, desarrollo y mantenimiento, pues su deterioro y el óxido que emiten, son altamente contaminante.

Estos estudios y otros de los cuales se trata en el estado de arte, son imperantes para fundamentar el presente estudio documental, de fomentar la construcción de sistemas de almacenamiento energético con base a las baterías Ion Litio de las computadoras portátiles, así como determinar su estructura y función de reciclaje, a través de una propuesta.

Fundamentos teóricos

Pila eléctrica

Según el artículo establecido por el Centro de Investigación para el Desarrollo y el Medio Ambiente (2013), afirma que una batería es un dispositivo que convierte la energía química en energía eléctrica a través de un proceso transitorio. Las características químicas de los componentes se modifican cuando no se pueden devolver. Su cubierta puede liberar moléculas al medio ambiente, generando metales pesados tóxicos, y aún más cuando entra en contacto con los rellenos sanitarios de los rellenos sanitarios causa graves efectos contaminantes que pueden transmitirse incluso a las fuentes de agua subterránea (INTI, 2013, p . uno).

De acuerdo con este concepto establecido, es importante diferenciar los elementos químicos que forman las pilas que generan reacciones de oxidación-reducción, en las que un elemento gana electrones, es decir; su número de oxidación se reduce, y en el otro elemento pierde los electrones, es decir, aumenta su número de oxidación.

18650 Baterías de Iones de Litio

Según el autor, Fonseca (2012) afirma que: Una batería de litio es donde el ánodo es de grafito, mientras que el cátodo funciona a partir de óxido de cobalto, óxido de manganeso o trifilina y no permite que la descarga alcance los poderes elevados, sin embargo; se ven afectados por los cambios de temperatura.

Es por eso que estas baterías, por la forma en que están compuestas, representan un objeto primario para su reutilización en la construcción de este paquete de baterías; Para ser utilizado de manera factible y que su uso sea eficiente y efectivo. Por lo tanto, el dispositivo está diseñado para el almacenamiento de energía eléctrica utilizando como electrolito una sal de litio que obtiene los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo (Fonseca, 2012).

Importancia del litio

Para llevar a cabo el desarrollo del tema, se requiere profundizar un poco más en su conocimiento en este documental; establecer que gracias al uso de las baterías recicladas de Litio-ion se produce una innovación tecnológica que ayudara de una u otra forma a resolver problemas o limitaciones en el uso doméstico para cubrir ante cualquier cambio de voltaje de energía que se presente. (Hensley & Rogers, 2012, pág. 5)

De acuerdo al autor Fornillo Bruno (2015) expone un estudio de la importancia que representa la sustancia de litio en la sociedad y de que manera se puede aplicar; una sociedad basada en fuentes alternativas mediante modulos de almacenamiento, descentralizados con sistemas de movilidad publica y electrica a traves de redes inteligentes que permitan calcular la energia que utiliza, almacena y produce un hogar; y para todo aquello que ayudaran en el uso de las baterias de litio. (pág. 12)

Las celdas de la batería 18650

De acuerdo a este documento se analiza que en las baterías 18650 las celdas, posee pequeñas dimensiones de 18mm de diámetro y 65 mm de alto; pues quizás debió ser usada en algún dispositivo dentro de artículos del hogar o en coches eléctricos cómo se puede observar en las de la empresa Tesla, lo cual es un tipo de celda de California utilizada en los coches eléctricos, lo cual se puede ver el cambio en los sectores de producción. (MIT, 2013, págs. 25-29)

Las baterias de tipo 18650 posee diferentes capas, el cual el cátodo esta compuesto por un 80% de niquel, en un 15% por cobalto, un 5% de aluminio y menos de un 1% de litio; siendo el ánodo compuesto por grafito y silicio, en tanto que el electrolito que envuelve a la bateria es una solucion de litio y el resto de los componentes son aluminio y cobre ante su fabricación.

El Ratio en el uso de las baterías de litio

Se entiende por la capacidad de la descarga máxima que contienen la batería y de qué manera será recargada en lo posterior; es decir que no es recomendable agotar totalmente a una batería por debajo de los 2.75v que cuando los iones por su carga forman el átomo estable

se hará más difícil, y posteriormente se produce un agotamiento en la estructura de sus celdas que su vida útil es de 400 a 500 ciclos de carga-descarga.

Debido a esto se debe tomar precauciones en el uso, estableciendo un control en la densidad de la energía; disminuir el peso en el almacenamiento como las de tipo Ni-MH y mucho menos en las de Ni-Cd y las de plomo, el voltaje adecuado de 3 o 3,6/3,7 voltios, carecen de efecto de memoria. La producción del auto descarga cuando se deja de usarla se sigue conservando. (Bruno et.al, 2015, pág. 14)

Componentes de la batería de litio-ion 18650

Entre los componentes de la batería de litio-ion 18650, se encuentra el ánodo que generalmente está hecho de material de grafito, el cátodo está hecho de una aleación de litio (LiFPO_4 , LiCoO_2 , LiMn_2O_4), el electrolito es una sal de litio en un disolvente orgánico En un polímero en las baterías de polímero de litio, finalmente, el que las separa es un polímero poroso (Puga, 2012, pág. 289)

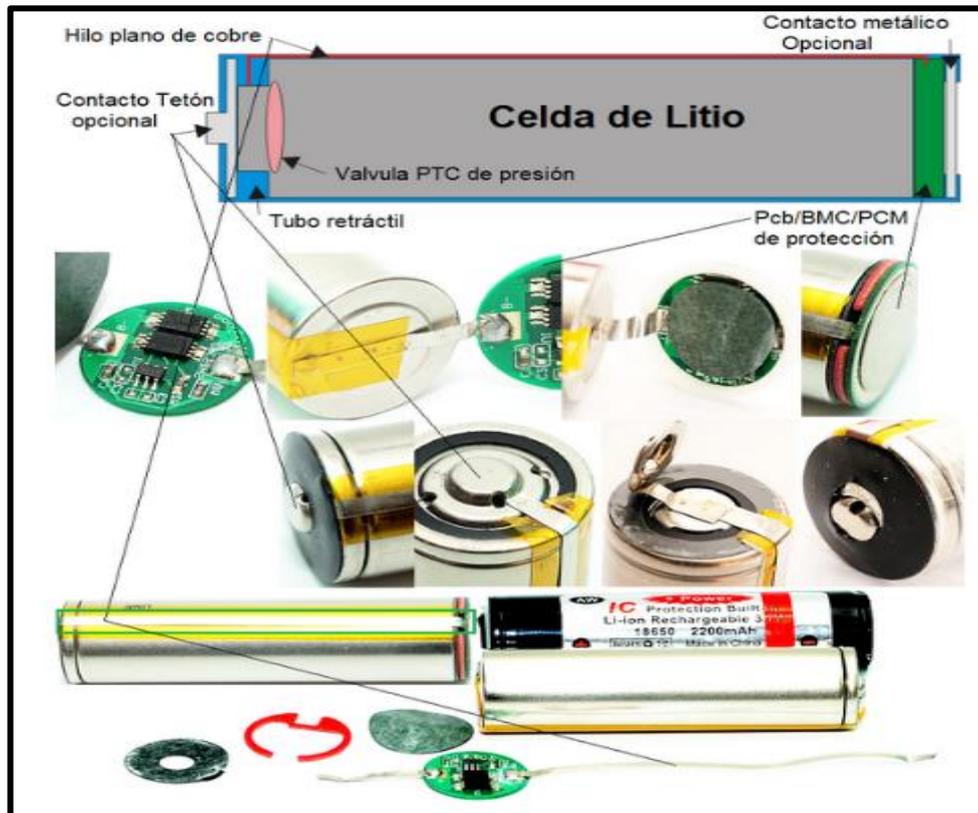


Figura 1 Componentes de la Batería de Litio-Ion 18650

Fuente: (Puga, 2012, pág. 289)

Funcionamiento de las baterías de Litio-Ion 18650

El funcionamiento de este tipo de baterías se identifica mediante dos procesos; Una carga y la otra descarga. Cuando ocurre el momento de la descarga, los electrones fluyen a través de una carga externa desde el ánodo, que se oxida al cátodo, que se reduce; luego el circuito eléctrico se completa en el electrolito por el flujo de aniones (iones negativos) hacia el ánodo y los cationes (iones positivos) hacia el cátodo (Salamanca, Castro Avellaneda, & Henríquez, 2012).

Por otro lado, durante la carga, el flujo de la corriente se invierte y la oxidación tiene lugar en el electrodo positivo y la reducción en el electrodo negativo, durante la carga, el electrodo positivo es el ánodo y el negativo es el cátodo. Como se puede ver en la Figura No. 2 (Silva Gundim, Afonso, & Mahler, 2018)

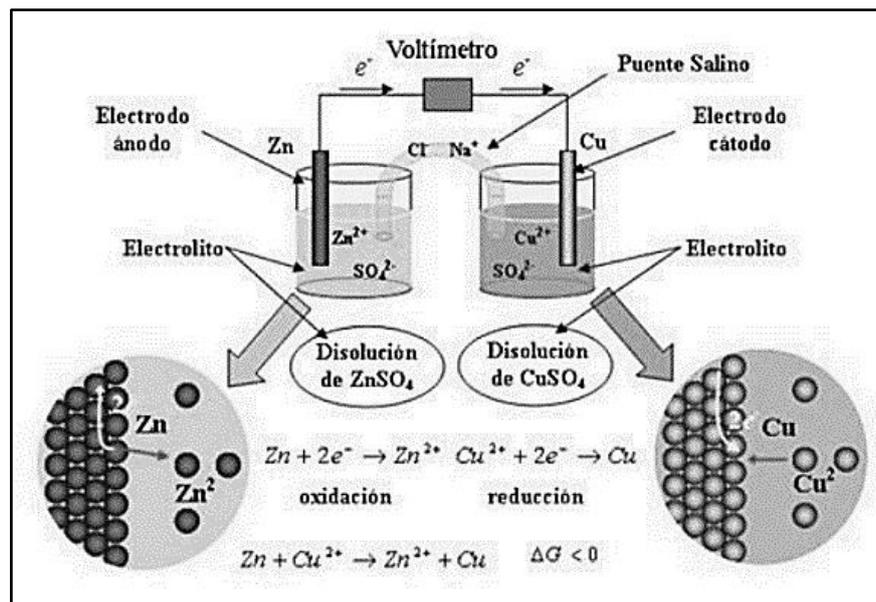


Figura 2 Funcionamiento de una Batería de Litio-Ion 18650

Fuente: (Baterías de litio, 2014)

Según la imagen que se observa se basa en una serie de componentes químicos. Tiene en cuenta que las celdas de la batería Lithium-Ion 18650 son la unidad básica y cuando varias se unen en serie o en paralelo, forman una batería; es decir:

- **2 electrodos.** - Pueden ser de diferente material o del mismo.

- **Un electrolito.** - Sirve como conductor eléctrico entre el electrodo positivo (ánodo) y el electrodo negativo (cátodo); siendo una solución acuosa que ayuda a la comunicación de los electrones y debe tener estabilidad térmica, alta conductividad iónica, efecto corrosivo del ajo en los electrodos y alta pureza.
- **Los separadores.** - Son los que aíslan las placas de diferente polaridad, evitando un cortocircuito dentro de la celda, ya que deben ser de resistencia mecánica, alta resistencia a la oxidación, gran poder aislante, buena porosidad, permeabilidad y alto nivel de pureza. (Padrón & F.A., 2013)

Además, se debe tener en cuenta la propiedad que rodea a este tipo de batería, como el nivel de electricidad y la capacidad que tiene para generar una cantidad de energía, sin que disminuya su potencial, y la química física, química y eléctrica en Diferentes puntos de los electrodos en función de las condiciones de trabajo, que permiten establecer los mecanismos de reacción (Fonseca, 2012)

Dimensiones de la batería de Litio-Ion 18650.

El creador de las baterías de litio-Ion, John Goodenough afirma que no sufren el llamado efecto de memoria porque tienen una gran capacidad y se pueden ver en la electrónica de consumo (Padrón & F.A., 2013)

Además, debe tener cuidado de no descargarlo por completo, pero hágalo una vez al mes en el caso de las computadoras portátiles; Se recomienda dejarlo en carga intermedia para preservar su vida útil. De acuerdo a sus dimensiones se puede ver lo siguiente:

Tabla 1 Dimensiones de la batería de Litio-Ion 18650

Descripción	Mínimo	Máximo
Altura mm	27	52
Diámetro mm	15,6	19,5 x 34
Peso g	11,08	38

Fuente: (Panasonic, 2015)

En base a estas descripciones se establece la capacidad real de una batería de Litio-Ion 18650, calificada por el fabricante y con detalle de la capacidad total de la celda de litio que contiene.

Imagen No. 3



Figura 3 Dimensiones de la batería de Litio-Ion 18650

Fuente: (Puga, 2012, pág. 289)

La protección de la batería es indeterminante, a la cual, el suministro se reducirá a 2,75 voltios aproximadamente, por lo que una gran parte de su capacidad ósea (30% + / -) permanecerá en la celda de litio. Como no todos ellos indican el valor indicado, se debe considerar el nivel de suministro, como se muestra en la imagen No. 3. Es necesario tener en cuenta, al momento de adquirir una batería de litio 18650, el código de fecha de su celda y eso depende En origen, así como la producción de células en la fabricación de estas, sin la necesidad de utilizar herramientas externas para detectarlas cuando se almacenaron.

Existen diferentes marcas de 18650 baterías de litio, como Samsung, LG, Sanyo, Panasonic, etc., que garantizan sus celdas hasta 6 meses después de su fabricación, las cuales, cuando se distribuyen, durarán de 1 a 2 años sin perjuicio de su capacidad. Condiciones correctas libres de óxido y fugas (Tejeiro, 2013, pág. 7).

Las baterías, pilas y su relación con el medio ambiente

Las pilas y las baterías permiten el almacenamiento y transporte de la energía necesaria para alimentar los sistemas electrónicos de uso diario, como teléfonos móviles, computadoras, vehículos, luces y otros. Sin embargo, estos elementos de uso diario y doméstico pueden generar eventos de contaminación, cuando se descartan, ya que pueden afectar tanto a la salud de la población como a los ecosistemas (Mercado & Córdova, 2014)

Según un informe de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés), se expresa que las baterías son un elemento que contiene una o más celdas electroquímicas diseñadas para recibir, almacenar y entregar energía. La diferencia entre batería y batería, siendo la primera en una sola celda y la segunda en varias celdas que estarán interconectadas entre sí (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2017)

Las pilas y baterías tienen componentes principales como mercurio, cadmio, litio, manganeso, plata, zinc, níquel y plomo que, cuando se desechan y cuando termina su tiempo de uso, emiten un alto nivel de toxicidad, tanto para los humanos como para los en el ecosistema, el mercurio que contiene las baterías es alcalino y perjudicial para la salud. Su cubierta puede liberar moléculas al medio ambiente, generando metales pesados tóxicos, además, cuando entra en contacto con los vertederos de vertederos causa graves efectos contaminantes que pueden transmitirse incluso a las fuentes de agua subterránea. Además, se menciona que la estructura de la pila está formada por dos electrodos, generalmente metálicos, uno de ellos actúa como polo negativo (-) o ánodo; y el otro positivo (+) o cátodo, que se sumerge en un electrolito que es una sustancia conductora que permite el paso de electrones entre dos electrodos (Corredor Rojas, 2012).

Energía solar fotovoltaica

Es un sistema de corriente continua (DC), originalmente suministra energía eléctrica a zonas de muy difícil acceso para los sistemas eléctricos convencionales. Esta tecnología transforma la energía fotovoltaica, es decir aprovecha la radiación solar para producir energía eléctrica. Se basa en la absorción de la radiación solar por parte de un material semiconductor que constituye las celdas fotovoltaicas, provocando un desplazamiento de cargas en su interior y originando corriente continua. La energía eléctrica producida puede ser almacenada en

baterías o se puede utilizar directamente en el consumo, o a su vez mediante un inversor conectándose a la red (Guía Básica de la Generación Distribuida 2, n.d.-b) (Vera Yupa, 2018).

Carga eléctrica

Es la cantidad de energía eléctrica que se debe proporcionar a un sistema para su funcionamiento. Está determinado por dos valores, que varían según el sistema analizado (Bárcena Maldonado & Bárcena Maldonado, 2014):

- Tipo de carga
- Régimen de carga

Tipos de carga

Hay tres tipos de carga (consumo):

- CD (Corriente Directa)
- CA (Corriente Alterna)
- Mixto (CD y CA) (Bárcena Maldonado & Bárcena Maldonado, 2014)

Sistema de carga

El régimen de carga se define por los valores de tres variables:

- La cantidad de energía que la carga requiere por día.
- El período del día durante el cual se utilizará esa energía.
- El valor máximo (pico) que alcanza el consumo (Bárcena Maldonado & Bárcena Maldonado, 2014).

Cantidad

La cantidad de energía, según el consumo que se medirá en Wh / día o kWh / día, dependerá de la cantidad y el tipo de dispositivos a conectar; así como el tiempo que permanecen activos durante el día (Bárcena Maldonado & Bárcena Maldonado, 2014).

Período

Determinamos la cantidad de energía que se debe generar y acumular si es necesario, depende del período de consumo, que puede ser:

Día. El que no requiere un bloque de acumulación.

Noche. El que requiere un bloque de acumulación.

Continuo. Día y noche, que también requiere un bloque de acumulación.

Consumo máximo

El patrón de consumo debe analizarse para determinar si el régimen de carga es constante o si tiene picos de carga en los que se deben alimentar varias cargas eléctricas simultáneamente. Lo cual debe ser satisfecho o el sistema tendrá un déficit de energía.

CA / CD

CA significa corriente alterna, y es lo que normalmente se usa en instalaciones residenciales.

CD significa que la corriente continua es la que proviene de las baterías del automóvil y las células solares.

Marco Legal

Para la aplicación nacional, se considera las disipaciones jurídicas y legales de los cuerpos normativos que se tratan a continuación, respecto al uso y reciclaje de las baterías o material industrial para la gestión integral de pilas usadas. Así, se logrará concientizar sobre su control y reciclaje.

En su Título I Elementos Constitutivos Del Estado:

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Sección segunda Ambiente sano

Art. 14.- El derecho de la población a vivir en un entorno sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, se reconoce sumakkawsay. La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención de daños ambientales y la recuperación de espacios naturales degradados se declaran de interés público (Torres Ortiz & López Martínez, 2014).

Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico requiere una evaluación de impacto ambiental independiente antes de la ejecución de los proyectos de generación, transmisión y

distribución de electricidad y otorga al Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) la competencia para aprobar estudios de impacto ambiental y verificar el cumplimiento de la generación, transmisión y distribución de proyectos de energía eléctrica (Torres Ortiz & López Martínez, 2014).

Art 3.- Medio ambiente. En todos los casos, los generadores, transmisores y distribuidores observarán las disposiciones legales relacionadas con la protección del medio ambiente. Previo a la ejecución del trabajo, los proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica deben cumplir con las normas vigentes en el país de preservación del medio ambiente. Para este propósito, se debe realizar un estudio independiente de evaluación de impacto ambiental, con el fin de determinar los efectos ambientales, en sus etapas de construcción, operación y retiro; dichos estudios deben incluir el diseño de los planes de mitigación y / o recuperación de las áreas afectadas y el análisis de costos correspondiente (Torres Ortiz & López Martínez, 2014).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo requirió una investigación documental, basado en la búsqueda de informaciones obtenidas de diferentes fuentes de información, datos numéricos, fuentes documentales, de forma impresa, digital, audiovisual entre otros que fundamentación este estudio. La finalidad de esto permitirá contribuir al fortalecimiento del conocimiento sobre el dimensionamiento de un banco de baterías Ion litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica.

El tipo de investigación se basó en un estudio cualitativo y cuantitativo, el primero

Con respecto al tipo de investigación, este es cualitativo, utiliza la recopilación de datos sin medición numérica para descubrir o refinar las preguntas de investigación en el proceso de interpretación" (Hernández, 2010), por lo tanto, al trabajar con elementos bibliográficos, es una investigación bibliográfica, es decir

El alcance de este trabajo es exploratorio, ya que a través de la recopilación de datos documentales de tipo bibliográfico permito que se analicen los estudios, trabajos referente al tema planteado, después paso a ser descriptivo porque se relacionó las variables referente al tema; dimensionamiento de un banco de baterías Ion litio como sistema de almacenamiento de energía solar fotovoltaica y descriptivo y finalmente fue explicativo porque se efectuó un análisis en los cuatro capítulos que componen este trabajo documental.

Teniendo en claro el diseño de investigación, se hizo importante establecer la metodología de la creación de un banco de batería de Litio-Ion 18650 y los resultados obtenidos, la presente se enmarca dentro de la investigación pura o básica ya que se realiza con la finalidad de aumentar los conocimientos en la teoría de electricidad, unificando los criterios que se han desarrollado a lo largo de la historia en cuanto a la relación y aplicación actual con la Ingeniería Industrial.

Con este trabajo se busca señalar sistemáticamente las relaciones que se asocian a este tipo de baterías de litio-ion de las demás que actualmente son usadas de acuerdo a las diferentes marcas como Panasonic, Sony, Sanyo, Samsung, entre otras.

Es así que para llevar a cabo el diseño de un banco de baterías sean estas recicladas, se requiere de un proceso el cual está representado en el siguiente diagrama de flujo.

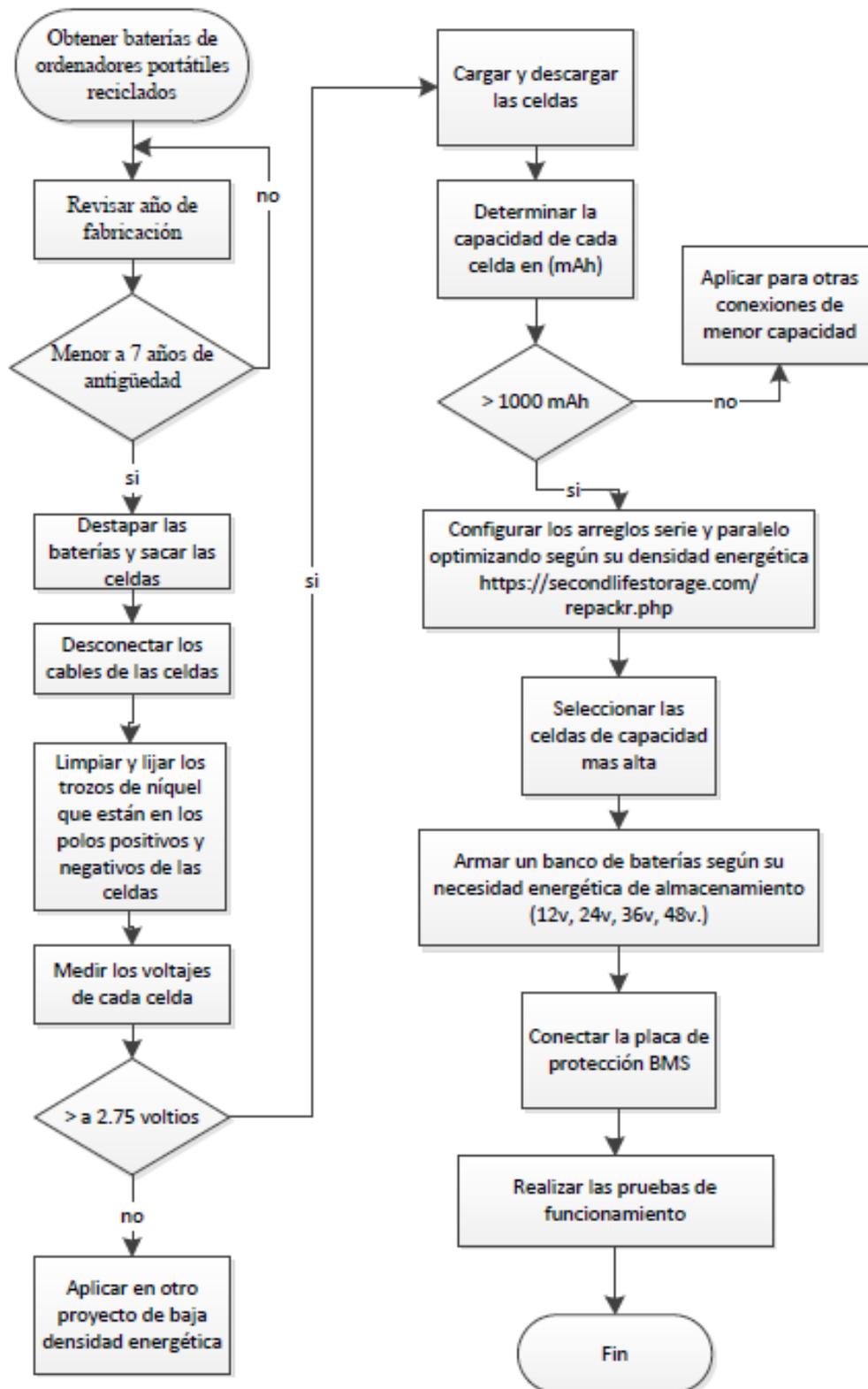


Figura 4 Diagrama de Flujo de banco de batería de Litio-ion

Aplicación de la metodología de acuerdo al diagrama de flujo

A continuación, en este segmento se aplica paso a paso los elementos que formaran parte del banco de baterías recicladas de Litio-ion con celdas cilíndricas 18650.

Requisitos del diseño

Este prototipo de banco de baterías recargable tendrá que cumplir con ciertos requisitos, los cuales detallan que debe ofrecer y que función cumplirá para la sociedad.

- De acuerdo a su forma y posición: la batería deberá tener una forma rectangular con un área acorde al espacio disponible, así como las dimensiones recomendables.
- Se debe tomar en cuenta el peso de la batería recargable que depende del diseño y aplicación.
- Su desmontaje debe estar acoplado en una base para con ello llegar a formar el porqué de baterías adecuado y se pueda acceder en cualquier lugar.
- Cuando haya sido creada debe demostrar la completa seguridad y fiabilidad ante su uso con el fin evitar futuros daños eléctricos.

Requisitos materiales

Para realizar un banco de baterías Li-Ion de 12v, 24v, 36v, 48v. Reciclados de baterías de ordenadores portátiles tomando en cuenta la fecha de fabricación que sean menores a siete años de antigüedad si es mayor no se hace el uso de misma, posterior a esto se procede a desarmar las baterías para obtener las celdas de Li-Ion para ello se debe tomar en cuenta los riesgos que pueden existir al momento de realizar la operación.

Es importante realizar un mantenimiento en los polos de cada una de las celdas para así trabajar con mayor facilidad, se procede hacer una medición para determinar el voltaje que tienen cada una, separando y registrando las celdas mayores a 2.75 voltios se procede a cargar y descargar para obtener su capacidad real, y las celdas menores de 2.75 voltios se utiliza para otras aplicaciones de menor capacidad.

Es muy importante llevar un registro de la capacidad obtenida de cada una de las celdas clasificando las que sean mayores a 1000 mAh.

Los métodos aplicados en la recolección de información fueron los siguientes:

Analítico sintético

Este método estudia los hechos, a partir de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlos individualmente (análisis), y luego integrar estas partes para estudiarlos de manera integral y holística (síntesis).

En otras palabras, este método separa una unidad en sus componentes más simples, examina cada uno de ellos individualmente, volviendo a asociar las partes para considerarlas como un todo.

Método inductivo-deductivo

Este método consiste en un procedimiento que comienza a partir de afirmaciones, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

Este método se aplicó cuando la información de las variables que forman parte de este estudio, de una manera particular y luego se generalizó en un instrumento de recopilación de datos que permitió verificarlas y luego avanzar hacia el establecimiento de una propuesta.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

El desarrollo de este trabajo se basa en la creación de un banco de baterías de litio, la cual encierra factores primordiales ante el uso eficiente para medir y ser reutilizables en su capacidad sino también ante la creación de un banco compuesto de baterías de litio y ser montados de manera grupal en serie y paralelo, poder obtener un valor de voltaje de una cantidad de celdas que estarán conectadas en serie ante un valor corriente en otro grupo de celdas en paralelo.

Dentro del proceso de creación del banco de Baterías se realizaron los siguientes pasos:

- Se procedió a adquirir las baterías de los ordenadores portátiles reciclados, las cuales tienen un costo por unidad de \$2, por lo tanto, se compró 20 unidades con un costo total de \$40 dólares teniendo en cuenta aquella protección que posee las baterías de Litio, las li-po polímero y por ultimo las LifePo4; que son tanto tabulares como planas se identifican por un circuito de protección de carga y descarga llamado BMS/PCB/PCM, lo cual es un sistema de gestión de la batería.
- Litio-Ion: 3.6-3.7v
- LifePo4: 3.2v
- Li-po Polímero: 3.6-3.7v



Figura 5 Baterías recicladas

Este diseño de circuitos consintió en controlar cuando la batería o el conjunto de celdas no deben descargarse, en el momento que se corta la tensión de salida indicando que se ha cargado lo suficiente; cortando la tensión excesiva de entrada ellos controlaran el proceso de

carga y goteo controlando así mismo la tensión de descarga donde el PCM impedirá la descarga y ayudándole a la alimentación del drenaje el cual queda cortado.

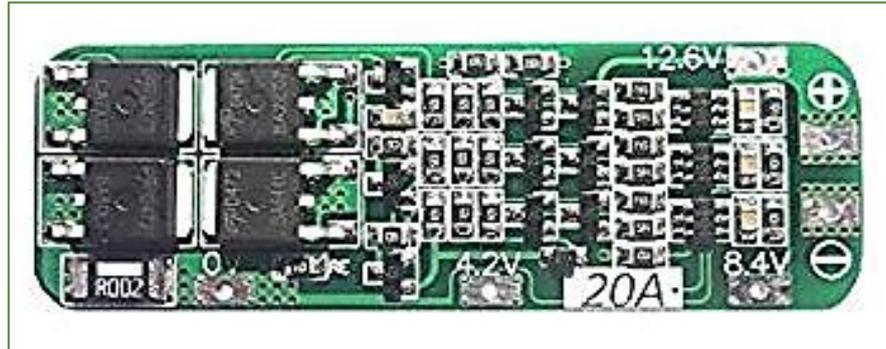


Figura 6 Placa BMS

Cabe mencionar que existió dificultad en el momento de seleccionar cual PCM/BMS iba a ser útil en relación a la celda que se iba a usar. Dentro de este proceso se analizó que mientras estas baterías se encuentran protegidas garantiza que la carga no sobrepase los 4.20v, teniendo en cuenta factores tales como la marca, modelo y el lote.

- Se procedió a desmontar todas las baterías con cuidado para no dañar las celdas de baterías Litio-Ion, que están en su interior, se desarmó con un desarmador plano o con cualquier otra herramienta filoso, utilizando guantes de protección, debido a que las baterías vienen bien selladas. Seguidamente se desconectó todos los cableados utilizando una pinza de cortar, quedando únicamente con celdas limpias, es decir, un total de 120 celdas, debido a que en cada batería vienen seis.



Figura 7 Batería Litio-Ion

- Se procedió a medir el voltaje de cada celda para en lo posterior clasificar con facilidad, los voltajes de las celdas, para lo cual se utilizó un multímetro para su registro, empleando un marcador negro permanente punta fina los voltajes respectivos en una esquina de cada celda.



Figura 8 Medición de celdas

- Se seleccionó las celdas que tenían voltajes superiores o iguales a 2.75 voltios, esto es muy importante, las baterías Litio-Ion en una de sus desventajas es que no se puede descargar inferior a 2.75 voltios o cargar superior a 4.20 voltios, si se excede ese valor no sirve.
- Se procedió a cargar y descargar cada celda con un IMAX B6AC v2, para obtener la capacidad de cada celda, este paso es el más importante y más difícil, debido a que cada celda se carga y descarga en un promedio de 2.5 a 3.5 horas.

Tabla 2 Registro de voltajes y capacidades

BATERIAS RECICLADOS LI-ION							
N° DE CELDA	VOLTAJE INICIAL	CARGA NORMAL			CAPACIDAD		
		CARGA	HORAS	MEDIDA	DESCARGA	HORAS	MEDIDA
8	3,8	1550	2:51:07	mAh	1354	1:45:33	mAh
14	4,03	354	0:58:49	mAh	520	0:53:46	mAh
16	4,06			mAh			mAh

24	2,68	1102	1:45:32	mAh	1201	3:54:47	
21	4,06			mAh			mAh
27	3,59	1248	4:52:22	mAh	1548	2:11:01	mAh
28	3,81	60	0:20:04	mAh	1275	1:27:18	mAh
31	3,81	304	1:08:47	mAh	1160	1:25:40	mAh
37	3,81			mAh			mAh
39	3,72			mAh			mAh
40	3,68	789	2:02:11	mAh	781	0:55:24	mAh
41	3,24	1659	2:50:03	mAh	1824	1:20:05	mAh
42	3,6	1033	2:08:47	mAh	1438	2:07:42	mAh
43	3,68	672	1:47:03	mAh	717	0:48:11	mAh
44	3,81	387	1:21:15	mAh	1278	1:20:51	mAh
45	3,6	224	1:00:41	mAh	624	1:48:53	mAh
46	3,63	814	1:37:13	mAh	1460	1:21:28	mAh
49	3,63	714	1:48:03	mAh	914	1:21:11	mAh
51	3,63	731	1:43:54	mAh	1021	1:14:40	mAh
52	3,63	68	1:31:54	mAh	907	1:16:34	mAh
53	3,68	756	1:56:04	mAh	783	0:53:44	mAh
55	3,72			mAh			mAh
60	3,68	394	1:22:00	mAh	934	0:59:06	mAh
61	3,59	809	1:51:50	mAh	1505	2:48:40	mAh
63	3,7	91	0:19:33	mAh	121	0:06:41	mAh
64	3,73	399	1:21:34	mAh	441	0:44:34	mAh
67	3,33	1428	4:17:29	mAh	723	1:00:30	mAh
68		201	0:55:24	mAh	245	0:45:33	
70	3,68	1149	2:08:41	mAh	1412	0:59:54	mAh
71	3,55	453	1:26:48	mAh	297	0:33:27	mAh
74	3,74	566	1:47:57	mAh	663	0:53:06	mAh
75	3,74			mAh			mAh
76	3,74			mAh			mAh
77	3,76	220	0:55:40	mAh	557	1:11:59	mAh
78	3,74			mAh			mAh
80	3,74	464	1:24:44	mAh	511	0:46:07	mAh
81	4,03	0	0:01:29	mAh	316	0:43:20	mAh
82	4,03	12	0:04:34	mAh	269	0:19:54	mAh
84	3,72			mAh			mAh
85	3,76	205	0:48:04	mAh	508	1:08:45	mAh
87	3,73	414	1:24:32	mAh	474	0:44:58	mAh
88	3,7	61	0:18:27	mAh	40	0:04:36	mAh
91	3,68	120	0:34:21	mAh	1354	0:58:16	mAh

93	3,74			mAh			mAh
95	3,74	214	0:48:51	mAh	478	1:05:06	mAh
97	3,72	621	1:45:06	mAh	648	0:48:40	mAh
99	3,55	766	1:44:59	mAh	745	1:00:33	mAh
100	3,73	501	1:38:34	mAh	538	0:49:05	mAh
101	3,99	57	0:19:48	mAh	1347	0:59:28	mAh
107	3,72			mAh	625	1:59:13	mAh
108	3,99	3	0:02:48	mAh	1252	0:57:32	mAh
110	3,74	187	2:56:22	mAh	478	2:25:53	mAh

Elaborado por: Los autores

- Al cargar las celdas se procedió anotar los datos de la carga normal y la descarga obteniendo la capacidad de cada uno, para posteriormente clasificar.

El IMAX B6AC v2 emite un pitido cuando llega a su carga máxima que es 4.20v con su respectiva capacidad en mAh de carga y se detiene automáticamente, en la descarga es exactamente lo mismo, el cargador emite un pitido al llegar su descarga mínima de 3.10 v, indicándonos la capacidad de descarga en mAh deteniendo automáticamente el cargador.



Figura 9 Cargador IMAX B6AC v2

- Se clasificó las celdas que tuvieron la capacidad mayor o igual a 1000 mAh, donde se obtuvo un total de 15 celdas para armar un banco de baterías de 12 voltios. Se configura los arreglos serie/paralelo, donde se indica las celdas de mayor capacidad a menor, para alimentar el BMS es necesario la conexión mixta/paralela de 3s-5p, de lo cual obtenemos 12 v.

La conexión mixta serie-paralelo del paquete de baterías que está conformado por 3 celdas conectadas en serie para aumentar el voltaje; y 5 paquetes en paralelo de 3 celdas, para aumentar la corriente.

Para transferir el voltaje del paquete hacia el BMS, se soldaron dos cables (número dieciséis), siendo uno el positivo (rojo) y otro, el negativo (negro); estos terminales están conectados al BMS.

En el proceso de conexión de una celda a otra, el bucle se conecta en la parte central de la celda entre positivo y negativo para de esta manera lograr la conexión hacia el BMS como se muestra en la figura 10.

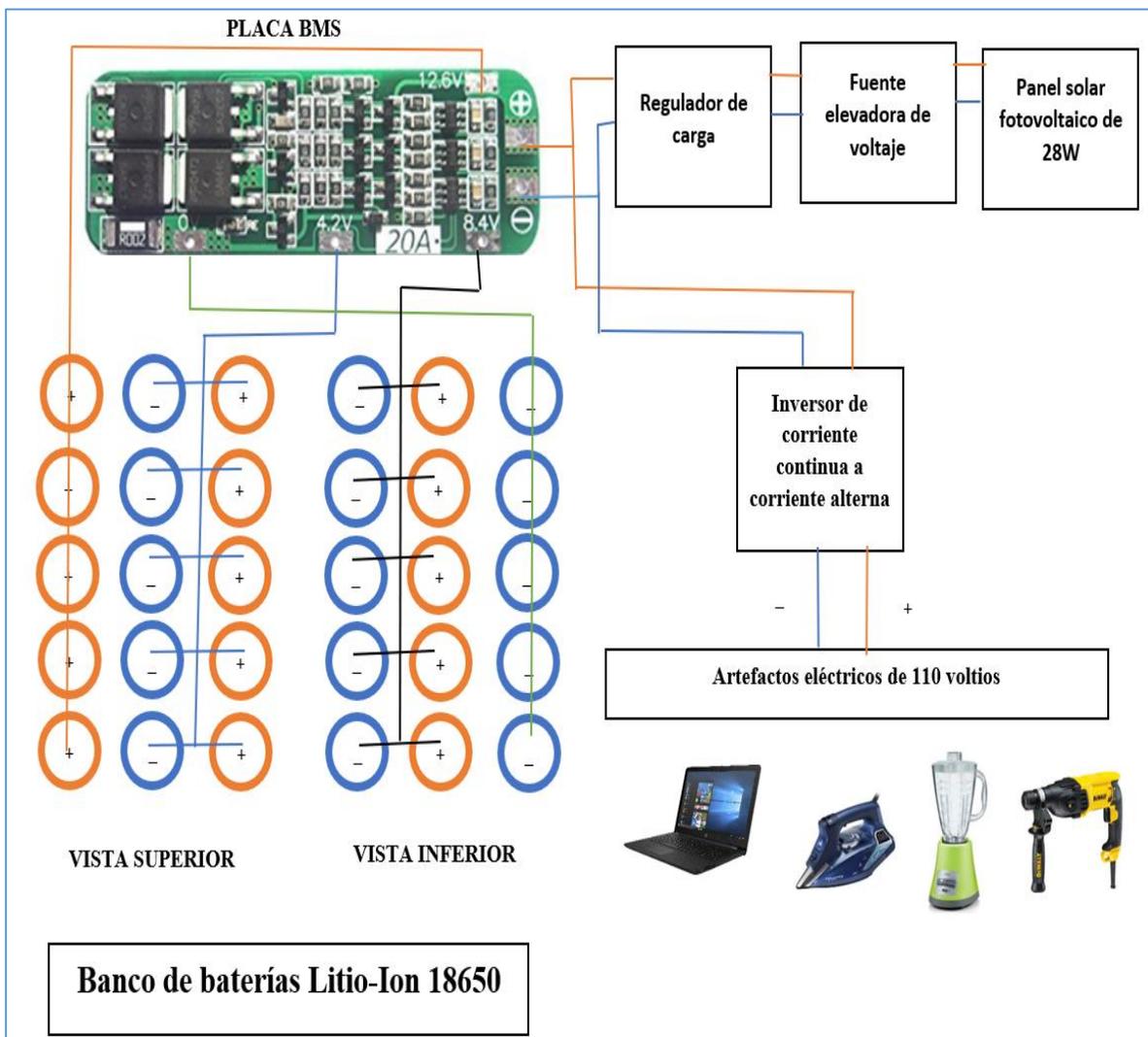


Figura 10 Conexión global

SECOND LIFE STORAGE

LARGEST 18650 CELL DATABASE
 EVERY 18650 on the planet - If you have one that's not there TAKE A DAM PHOTO AND SEND IT IN!

Search Image Gallery Cell Database Cell Counter rePack

Hello There, Guest! Login Register

rePack Information

This utility will help you build packs of cells that are very close in terms of capacity. It will calculate the best way to match your cells together to ensure they are as close to being balanced as possible. To begin, enter your cell capacities in the form below, along with the number in series and number in parallel. It may take a minute to process depending on the number of cells entered.

rePack

Cells

Comma separated list of cell capacities in mAh to be added to the packs

1354,1201,1548,1275,1160,1824,1438,1278,1460,1021,1505,1412,1354,1347,2137

Pack Options

Number of cell in series
3

Number of cells in parallel
5

Arrange cells in to packs so each have similar capacity and same number of cells in parallel
 Arrange cells in to packs so each have similar capacity but vary the number of cells in parallel and keep cells in a pack roughly the same capacity

Generate packs

Packs

Click on cells to mark them as used as you build your pack

Capacity: 7097
Divergences: 8
Deviation: 109

1548 1505 1412 1354 1278

Capacity: 7120
Divergences: 15
Deviation: 404

2137 1347 1275 1201 1160

Capacity: 7097
Divergences: 8
Deviation: 286

1824 1460 1438 1354 1021

Pack Data

Tab separated data (Use this to paste into a google sheet)

```
1548 1824 2137
1505 1347 1460
1412 1275 1438
1354 1201 1354
1278 1160 1021
```

Figura 11 Página Web, arreglos de capacidades

Figura 1 Página Web, arreglos de capacidades

- Se procedió armar un banco de baterías Litio-Ion teniendo como tema central hacer funcionar artefactos eléctricos de baja capacidad como puede ser taladro, radio, licuadora etc.

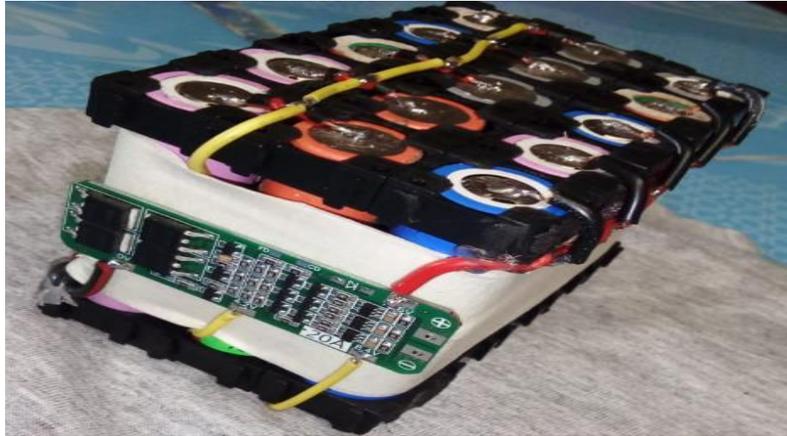


Figura 12 Banco de baterías recicladas de litio-ion tipo 18650

- La creación del banco de batería funcionara con energía renovable para su carga, con la ayuda de un panel solar fotovoltaico de 28W, aplicaremos una fuente elevadora de voltaje, debido al panel que nos facilita 5 v, seguido la conexión de un regulador de voltaje para detener la sobrecarga y proteger el banco de baterías, por último, se conecta un inversor de voltaje 1000W de corriente continua a corriente alterna para hacer funcionar artefactos eléctricos.



Figura 13 Banco de baterías recicladas de litio-ion tipo 18650

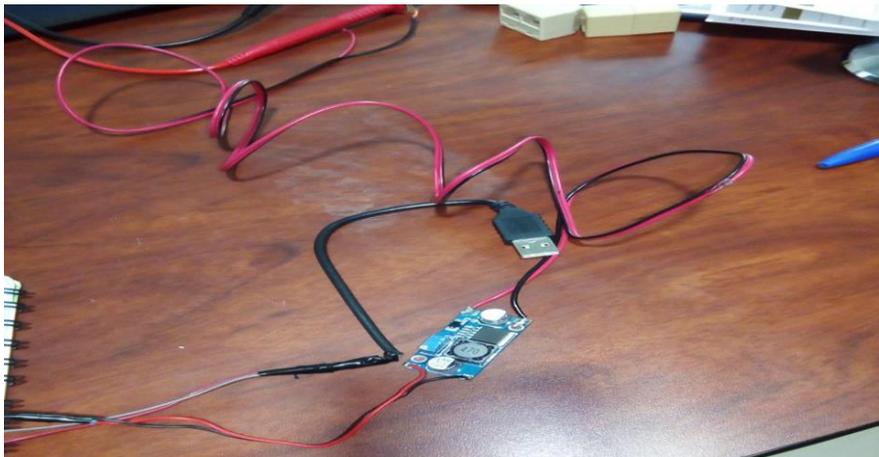


Figura 14 Fuente elevador de voltaje



Figura 15 Regulador de carga



Figura 16 Inversión de corriente continua a corriente alterna

Tabla 3 Comparación entre fabricantes y resultados obtenidos

DATOS FABRICANTE			RESULTADOS CARGADOR IMAX B6 AC 80W	
NUMERO DE MODELO	VOLTAJE NOMINAL (V)	CAPACIDAD NOMINAL (mAh)	VOLTAJE NOMINAL (V)	CAPACIDAD NOMINAL (mAh)
LGABF1L1865	3,6	3350	3,5	1160
LGABF1L1865	3,6	3350	3,5	1278
ICR 18650	3,7	2000	3,6	1354
INR 18650	3,7	2000	3,6	1460
LGABF1L1865	3,6	3350	3,5	1548
TOTAL:	18,2	14050	17,7	6800

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3 se presenta los datos del fabricante en relación a su voltaje y capacidad vs los resultados del carga y descarga IMAX B6 AC 80W, donde se observa que existe una diferencia mínima con respecto a la utilidad de las celdas.

Tabla 4 Tiempo de carga del banco de baterías

DESCRIPCION	(W)	Ah	(V)	Wh	H
PANEL SOLAR	28				
CAPACIDAD NOMINAL		6,8			
VOLTAJE BATERIA			12		
C .BATERIA				81,6	
PANEL SOLAR 30%	8,4				
TIEMPO DE CARGA BATERIA DIA NUBLADO					10
TIEMPO DE CARGA BATERIA DIA DESPEJADO					3

Elaborado por: Los autores

Fórmula

$$\text{Tiempo de carga de batería} = \frac{\text{C batería}}{\text{Pot panel}}$$

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

- La creación del banco de batería trajo consigo dificultades referente al proceso de soldadura, debido a que la soldadura con cautín se corría el riesgo de fundir las celdas, por lo tanto, requirió de mucho tiempo ya que se tuvo que lijar los ánodos y los cátodos por celda para lograr una correcta conexión de los cables y así asegurar el eficiente funcionamiento del banco de baterías.
- El análisis de los diversos tipos de baterías fue necesario para el diseño y construcción de un prototipo de batería recargable, para lo cual se realizó una serie de procesos que se iniciaron con la adquisición de las baterías, revisión del año de fabricación, desmontaje limpieza, medición de las celdas, para realizar la carga y descarga de celdas y con los respectivos datos se realizó los arreglos de serie y paralelos para finalmente armar el banco que se conectó al BMS, todo estos pasos garantizó resultandos favorables.
- Los cálculos que se desarrollaron para la construcción del banco de baterías fueron apropiados de acuerdo a las características requeridas, es decir, se obtuvieron 12v de corriente continua, que a través del inversor se transformó a 110v de corriente alterna, esto permitirá alimentar artefactos eléctricos de uso doméstico e industrial.

RECOMENDACIONES

- En el proceso de soldadura para optimizar tiempo es recomendable utilizar láminas de níquel y pistola de puntos, este permitirá al técnico mayor eficiencia al momento de realizar conexiones y comprobar con mayor efectividad el voltaje, y mejorar el diseño del banco de baterías.
- Se recomienda utilizar baterías que tengan un tiempo de fabricación no superior a siete años, con la finalidad de aprovechar el buen estado de las celdas que formaran parte fundamental de un banco de baterías, evitando pérdidas de tiempo durante el proceso de medición de voltaje.
- Milagro no cuenta un programa de reciclaje de desechos electrónicos especialmente de las baterías de computadoras portátiles, por lo tanto se recomienda, que las autoridades competentes analicen este tipo de aspectos que influyen en el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad energética. Además de motivar a los emprendedores a realizar este tipo de trabajos, facilitándoles materiales que se implementan en la construcción de un banco de baterías, especialmente los soportes de celdas, a través de convenios internacionales o a como bien tuvieren.

Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (15 de Septiembre de 2017). *EPA*.
Obtenido de <https://www.epa.gov/hw>
- Alvarez, J. (2016). *Métodos y técnicas de investigación*. México: Universidad de Fresnillo.
- Ambiente, M. (2015). *Acuerdo Ministerial. Libro IV. Normas de Calidad Ambiental para el manejo y disposición de Desechos Sólidos no Peligrosos. República del Ecuador*.
Quito: Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.
- Arellano, J., & J., G. (2013). *Ingeniería Ambiental*. México: Grupo Editor S.A.
- Bárcena Maldonado, A., & Bárcena Maldonado, S. (2014). *Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica dentro*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/4043/1/Aprovechamiento%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%20dentro%20de%20un%20proyecto%20de%20vivienda%20sustentable.pdf>
- Baterías de litio. (2014). *Bateria de Litio*. Obtenido de <http://bateriasdelitio.net/>
- Casas, J., Cerón, K., Vidal, V., Peña, C., & Osorio, J. (2015). *Priorización multicriterio de un residuo de aparato eléctrico y electrónico*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v33n2/v33n2a03.pdf>
- Corredor Rojas, L. M. (2012). *Pilas de combustible y su desarrollo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-21262012000100014
- Ecuador, M. d. (28 de Septiembre de 2018). Ecuador implementa Plan para reciclar baterías. pág. 15.
- ECUADOR, T. D. (2014). *REGISTRO OFICIAL No. 449*. Quito.
- Fonseca, J. (2012). *Celdas, plas y baterías de Ion-Litio una alternativa*. Bolivia: Oceano.
- Hensley, R., & Rogers, M. (2012). *Battery technology charges ahead*. Estados Unidos: McKinsey Quarterly.
- Hernández Sampieri. (2010). *Metodología de la Investigación*. Madrd: Mc Graw Hill.

- INTI. (Julio de 2013). *Centro de Investigación y Desarrollo*. Obtenido de <https://inti.gob.ar/ambientesg/pdf/pilasybaterias2013.pdf>
- KODAK. (2012). *LAS BATERIAS DE LITIO*. Estados Unidos: KODAK. Obtenido de www.baseworldtrading.es
- López, A., Quinteros, O., & Duque, A. (2015). *El lugar donde se potencia la innovación*. Medellín: Universidad Nacional (Sede Medellín). Obtenido de www.brainbookn.com
- Mercado, A., & Córdova, K. (2014). *Desarrollo tecnológico en baterías e impulsión eléctrica ¿Sistemas tecnológicos disruptivos promovidos por imperativos ambientales?* Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/403/40331800002.pdf>
- Oficial, R. (2013). *Instructivo para la gestión de pilas usadas*. Quito: Gobierno Ecuatoriano.
- Padrón, J., & F.A. (2013). *Baterías: estado del arte y vigilancia tecnológica*. México.
- Panasonic. (2015). *Panasonic*. Estados Unidos: Catálogo.
- Puga, A. (2012). *Líquidos iónicos como electrolitos estables para baterías de litio y otros dispositivos de almacenamiento de energía*. Madrid: Real Sociedad Española de Química.
- Salamanca, J., Castro Avellaneda, J., & Henríquez, G. (2012). *Diseño e implementación de un módulo de gestión de energía para un pico-satélite tipo CUBESAT*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2570/257025147005.pdf>
- Silva Gundim, R., Afonso, J., & Mahler, C. (2018). *Lixiviación ácida de baterías IÓN-LÍTIO*. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422018000500581
- Tejeiro, R. (2013). *Baterías Recargables de Li-ion, Li-Polimero*. México: Oceano.
- Torres Ortiz, V., & López Martínez, E. (2014). *Análisis del sistema de generación de energía eléctrica solar fotovoltaica y su incidencia en el consumo eléctrico del centro de rehabilitación y educación especial AVINNFA.* Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/1821/1/An%C3%A1lisis%20del%20sistema%20de%20generaci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa%20el>

C3%A9ctrica%20solar%20fotovoltaica%20y%20su%20incidencia%20en%20el%20consumo%20electico%20del%20Centro%20de%20Rehabili

UNESCO. (2010). *Los residuos electrónicos, un desafío para las sociedades del conocimiento de Latinoamérica y el Caribe*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001900/190020s.pdf>

Vera Yupa, P. (2018). *Factibilidad de implementar el uso de recursos renovables, para la generación de energía eléctrica en el edificio CRAI de la universidad estatal de Milagro*. Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3898/1/FACTIBILIDAD%20DE%20IMPLEMENTAR%20EL%20USO%20DE%20RECURSOS%20RENOVABLES%2C%20PARA%20LA%20GENERACI%20N%20DE%20ENERG%20C3%8DA%20EL%20CTRIC.pdf>

ANEXOS



Figura 17 Prueba del banco de Ion-litio 18650