

**EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE BATERÍAS DE HIERRO-NÍQUEL PARA EL
ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO EN
SISTEMAS FOTO VOLTAICOS.**

**LESLLY ALEJANDRA ANGARITA GUERRA
JUAN FERNANDO PEREIRA OSORNO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRICA
MEDELLÍN
2017**

**EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE BATERÍAS DE HIERRO-NÍQUEL PARA EL
ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO EN
SISTEMAS FOTO VOLTAICOS.**

**LESLLY ALEJANDRA ANGARITA GUERRA
JUAN FERNANDO PEREIRA OSORNO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Electricistas

Asesor técnico

**Carlos Mario Moreno
Ingeniero Electricista.**

Asesor metodológico

**Catalina Molina valencia
Ingeniera Electrónico.**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRICA
MEDELLÍN**

2017

CONTENIDO

Introducción	12
1. Planteamiento del problema.....	13
1.1. Descripción	13
1.2. Formulación	14
2. Justificación del proyecto.....	15
3. Objetivos.....	16
3.1. Objetivo general.....	16
3.2. Objetivos específicos	16
4. Marco teórico	17
4.1. Producción de corriente eléctrica en baterías.	17
4.2. Pilas y Baterías	17
4.3. Batería Primaria o Pila Voltaica.	18
4.4. Batería Secundaria.	19
4.5. Principios de funcionamiento de las baterías	20
4.6. Parámetros de las baterías.	20
4.7. Funcionamiento de las baterías.	21
4.7.1. Funcionamiento básico de las baterías.	22
4.7.2. Características que definen una batería.	22
4.8. Batería de plomo ácido	23
4.9. Batería de Nickel-cadmio.....	23
4.10. Batería de Nickel-hidruro metálico	24
4.11. Batería de Ion-litio.....	24
4.12. Batería de Polímero-litio	25
4.13. Batería de Aire-zinc.....	26
4.14. Variables de las baterías.	27
4.15. Panel solar fotovoltaico para las baterías.	27
4.16. Paneles Solares Fotovoltaicos Poli cristalinos para las baterías.....	29
4.17. Características de un fabricante de baterías.....	29

4.18.	Paneles solares fotovoltaicos para las baterías.	31
4.19.	Electrólisis o Electrolisis en las baterías.	33
4.20.	Megger.....	35
4.21.	Batería OPZS.....	35
5.	Metodología.	37
5.1.	Tipo de proyecto	37
5.2.	Método.....	37
5.2.	Instrumentos de recolección de información	39
5.3.1.	Fuentes primarias	39
5.3.2.	Fuentes secundarias	39
6.	Resultados	40
6.1.	Descripción del experimento	40
6.2.	Evaluación de resultados	49
6.3.	Comparaciones.....	55
7.	Conclusiones	57
8.	Recomendaciones.....	58
9.	Referencias bibliográficas.....	59
10.	Bibliografía	62
11.	Anexos.....	63

Lista de figuras

<i>Figura 1.Figura</i> Celda Galvánica.....	19
<i>Figura 2</i> .Panel Solar Fotovoltaico Mono cristalino.....	28
<i>Figura 3</i> Panel Solar fotovoltaico Poli cristalino.....	28
<i>Figuran 4</i> Datos Eléctricos	30
<i>Figura 5</i> Coeficiente de temperatura	30
<i>Figura 6</i> Batería OPzS.....	36
<i>Figura 7</i> Batería de plomo acido	40
<i>Figura 8</i> Multímetro	41
<i>Figura 9</i> Prueba de carga en Batería plomo-acido.....	42
<i>Figura 10</i> Verificación de voltaje	43
<i>Figura 11</i> Batería Trabajando.....	44
<i>Figura 12</i> Pruebas con arrancadores.....	45
<i>Figura 13</i> Verificación de voltaje	46
<i>Figura 14</i> Cálculo de capacidad de trabajo.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 15</i> Cálculo de consumo.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 16</i> Cálculo de capacidad	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 17</i> Esquema grafico de una batería y una carga.....	47
<i>Figura 18</i> Esquema grafico de conexión de panel solar y batería	48
<i>Figura 19</i> Como viaja la corriente en una batería.....	48
<i>Figura 20</i> Cálculo de carga de la batería	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 21</i> Cálculo de consumo	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 22</i> Calculo de consumo / hora.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 23</i> Cálculo de Intensidad.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 24</i> Cálculo de Intensidad.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 25</i> Cálculo de energía Electica.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 26</i> Ley de Peukert	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 27</i> Batería Hydraulan	63
<i>Figura 28</i> Batería Hydraulan parte superior	64
<i>Figura 29</i> Datos de placa Batería Hydraulan.....	64

<i>Figura 30</i> Batería Bosch	64
<i>Figura 31</i> Batería MAC	64
<i>Figura 32</i> Datos de placa de la Batería HMG.....	64

Lista de figuras

<i>Tabla 1</i> Cálculo de Carga.....	49
<i>Tabla 2</i> Calculo promedio de consumo	50
<i>Tabla 3</i> Calculo de capacidad de carga.....	53
<i>Tabla 4</i> Calculo de carga de la batería.....	53
<i>Tabla 5</i> Calculo de energía eléctrica.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 6</i> Ley de Peukert	55
<i>Tabla 7</i> Comparaciones.....	56

Resumen

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE BATERÍAS DE HIERRO-NÍQUEL PARA EL ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO EN SISTEMAS FOTO VOLTAICOS.

**LESLLY ALEJANDRA ANGARITA GUERRA
JUAN FERNANDO PEREIRA OSORNO**

Se crea la tecnología de níquel-hierro a principios del siglo XX para los coches eléctricos. Thomas Alba Edison diseñó las baterías recargables de níquel-hierro para suplir el consumo eléctrico de los coches. Superadas por otras tecnologías ya no se usan. Se utilizan en algunos molinos de viento y paneles solares.

Un equipo de investigadores estadounidenses ha resucitado uno de los inventos más útiles de principios del siglo XX utilizando grafeno, uno de los materiales más prometedores para la tecnología del futuro. A partir de la batería de níquel-hierro desarrollada por Thomas Edison decidieron darle vida a esta batería la cual nos muestra una vida útil mínimo de 20 años.

Palabras claves: Hierro, Níquel, Batería, Paneles Solares, Tecnología del futuro

Abstract

ENERGY EVALUATION OF IRON-NICKEL BATTERIES FOR STATIONARY STORAGE IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS.

***LESLLY ALEJANDRA ANGARITA GUERRA
JUAN FERNANDO PEREIRA OSORNO***

Nickel-iron technology was created in the early twentieth century for electric cars. Thomas Alba Edison designed rechargeable nickel-iron batteries to meet the power consumption of cars. Overcome by other technologies are no longer used. They are used in some windmills and solar panels. A team of American researchers has resurrected one of the most useful inventions of the early twentieth century using graphene, one of the most promising materials for the technology of the future. From the nickel-iron battery developed by Thomas Edison, a group of researchers decided to give life to this battery which shows us a minimum life of 20 years.

Keywords: Iron, Nickel, Battery, Solar Panels, Technology of the future

Glosario

Amperio: El amperio o ampere (símbolo A) es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. Forma parte de las unidades básicas en el sistema internacional de unidades y fue nombrado en honor al matemático y físico francés André-Marie Ampère

Ánodo: El ánodo es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación siendo el polo positivo en una batería eléctrica

Anión: Un anión es un ion (o ion) con carga eléctrica negativa, es decir, que ha ganado electrones. Los aniones monoatómicos se describen con un estado de oxidación negativo. Los aniones poliatómicos se describen como un conjunto de átomos unidos con una carga eléctrica

Combustible Fósil: Sustancia o materia que al combinarse con oxígeno es capaz de reaccionar desprendiendo calor, especialmente las que se aprovechan para producir calor

Catión: Un catión es un ion con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo

Cátodo: Un cátodo es un electrodo que sufre una reacción de reducción, mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al recibir electrones

Coulomb: El culombio o coulomb (símbolo C) es la unidad derivada del sistema internacional para la medida de la magnitud física cantidad de electricidad (carga eléctrica)

Electrolisis: Proceso químico por medio del cual una sustancia o un cuerpo inmersos en una disolución se descomponen por la acción de la una corriente eléctrica continua

Electrolito: Sustancia o cuerpo que se descompone en la electrolisis

Electrodo: Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica

Fotovoltaico: Sustancia, cuerpo que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga

Sistema Internacional: El Sistema Internacional de Unidades (en francés Sistema international d'unités, abreviado SI) es el sistema de unidades que se usa en todos los países del mundo

Ion: En la electrólisis, átomo que aparece en cada uno de los polos del electrólito como resultado de la descomposición del mismo

Introducción

Las baterías de Hierro-Níquel son amigables con el medio ambiente y no son contaminantes, se verifica su capacidad de almacenamiento, rentabilidad y su eficiencia con análisis de prueba y error en baterías similares; Esto se logra con un estudio metrológico que relaciona las variables de tiempo, potencia, voltaje y corriente; El propósito del proyecto es generar menos contaminación de ácido de plomo como se habla en un comienzo.

Hasta 1920 la batería de Edison se usó en coches eléctricos. Su gran durabilidad y fiabilidad hizo que en los años siguientes fuera muy utilizada en el transporte por ferrocarril, en la minería y en otras industrias, la batería de níquel-hierro, patentada en 1903 y desarrollada inicialmente para alimentar vehículos eléctricos, fue muy utilizada durante décadas. Sin embargo, su uso fue decayendo en los años setenta y en la actualidad, sólo unas pocas empresas las fabrican, sobre todo, para almacenar los excedentes de electricidad generada por paneles solares y turbinas eólicas.

El Banco Interamericano de desarrollo estima que las necesidades energéticas de Colombia crecerán en 110,3% para el año 2040. Esto requerirá una cantidad sin precedentes de infraestructura que soporte la demanda del recurso. Las Energías renovables como los sistemas fotovoltaicos podrían, dar solución a esta crisis por medio de acumuladores o baterías que puedan tener una buena capacidad de almacenamiento a la hora de un déficit de energía que pueda abastecer las necesidades, por medio de un estudio energético.

1. Planteamiento del problema

1.1.Descripción

A nivel mundial se vienen planteando el uso de energías renovables amigables con el medio ambiente, para esta implementación es necesario tener acumuladores de energía como las baterías; estas presentan una problemática de alta contaminación, mal almacenamiento y poco rentables a la hora de adquirirlas es por ello que se requieren estudio de equipos de almacenamientos más adecuados que den mejor efecto económico en la suma total de costos de almacenamiento a la hora de presentar una propuesta de energía fotovoltaica.

Teniendo en cuenta el cambio climático y los problemas medioambientales, la energía eléctrica presenta problemas por su alta contaminación a la hora de distribución, La mayoría de la electricidad actualmente se genera quemando combustibles fósiles. Esto produce altas temperaturas, que mueven algún tipo de máquina térmica, a menudo una turbina de vapor.

El uso de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero y de lluvia ácida a la atmósfera, junto a partículas volantes (en el caso del carbón) que pueden contener metales pesados.

Para utilizar las energías renovables se requiere de un sistema de almacenamiento que procure evitar al máximo cualquier tipo de contaminación para mejorar el contenido ambiental que encierra la industria energética, y es justo donde se propone el uso de las baterías de Hierro Níquel que son menos contaminantes que otras baterías, y más cuando se conoce de su fácil recarga y poco deterioro de sus componentes.

Para dar solución a la contaminación generada por las distintas fuentes de energía, se propone el análisis de una batería Hierro Níquel para reducir el impacto ambiental negativo de las industrias energéticas.

1.2. Formulación

La mayoría de energías renovables necesitan un acumulador o banco de almacenamiento de energía, esto se realiza mediante baterías, se buscan almacenadores amigables con el medio ambiente y una de ellas es la batería de Hierro-Níquel estas no son muy comunes en el mercado, por lo que no se encuentra abundante información respecto a sus características específicas.

¿Son las baterías de hierro-Níquel las adecuadas para almacenar energía de origen fotovoltaico para aplicaciones estacionarias?

2. Justificación del proyecto

Dada la necesidad que tiene el sector eléctrico de carga y almacenamiento de energía por medio de baterías se realiza el proyecto de grado “evaluación energética de baterías de Fe Ni para el almacenamiento estacionario en sistemas foto voltaicos”.

Como su nombre lo indica, en la actualidad existen sistemas foto voltaicos que capturan la energía solar y la convierten en energía eléctrica, pero el almacenar esta energía es un tema que da mucho para explorar, una propuesta de almacenamiento es en baterías de Fe Ni, en el proyecto, se estudia el comportamiento de la energía tanto desde el punto de vista de sus beneficios como sus pérdidas y propuestas para mejorar.

También es de tener presente que se requiere contar con un buen puente comunicador entre el generador y el acumulador de energía eléctrica; Con el fin de satisfacer esta idea se realiza un pequeño estudio en los materiales, ya que estos pueden ser buenos pero a su vez posiblemente costoso casi inviables.

A continuación se habla del estudio energético en baterías de Fe NI que sirva como verificación, rendimiento de capacidad y durabilidad de energía almacenada en un acumulador.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Hacer el análisis energético del almacenamiento de energía en baterías de hierro-Níquel aplicado a paneles solares.

3.2. Objetivos específicos

Analizar las ventajas de almacenamiento de energía en baterías de Hierro-Níquel.

Formular cálculos de capacidad con una batería de Hierro-Níquel y una de plomo en sistemas fotovoltaicos, para verificar cual da mejor rentabilidad

Analizar comparaciones de rendimientos y durabilidad de almacenamiento de las baterías de hierro-Níquel.

Realizar un artículo de divulgación

4. Marco teórico

4.1. Producción de corriente eléctrica en baterías.

En la mayoría de los compuestos inorgánicos y algunos de los orgánicos se ionizan al fundirse o cuando se disuelven en agua u otros líquidos; es decir, sus moléculas se disocian en especies químicas cargadas positiva y negativamente que tienen la propiedad de conducir la corriente eléctrica. Si se coloca un par de electrodos en una disolución de un electrolito (compuesto ionizable) y se conecta a una fuente de corriente continua entre ellos, los iones positivos. Al llegar a los electrodos, los iones pueden ganar o perder electrones y transformarse en átomos neutros o moléculas; la naturaleza de las reacciones del estrado depende de la diferencia de potencial o voltaje aplicado.

Todos los cambios químicos implican una reagrupación o reajuste de los electrones en las sustancias que reaccionan; por eso puede decirse que dichos cambios son de carácter eléctrico.

Para producir una corriente eléctrica a partir de una reacción química, es necesario tener un oxidante, es decir, una sustancia que gane electrones fácilmente, y un reductor, es decir una sustancia que pierda electrones con facilidad. (BETANCUR MUÑOZ, BETANCUR RODRIGUEZ, VELASQUEZ LOPEZ, & MARULANDA BERNAL, 14.09.2017)

4.2. Pilas y Baterías

El término pila, se asigna al dispositivo que convierte la energía química en eléctrica. Todas las pilas consisten en un electrólito (que puede ser líquido, sodio o en pasta), un electrodo positivo cátodo y un electrodo negativo ánodo. El electrólito es un conductor iónico; uno de los electrodos desprende electrones y el otro electrodo los recibe. Al conectar los electrodos al circuito que hay que alimentar, se produce una corriente eléctrica.

En el estudio de la electricidad se emplean símbolos que representan a las pilas y baterías. Los cuales se puede observar en la ilustración 1 (LEVENFELD LAREDO, y otros, 21.09.2017)

4.3. Batería Primaria o Pila Voltaica.

Existen sustancias químicas que al combinarse con ciertos metales pueden iniciar una actividad química en la cual se transfieren electrones, produciéndose cargas eléctricas. Este proceso se basa en el principio de la electroquímica, principio con el cual funcionan las pilas y las baterías.

Las baterías primarias son dispositivos químicos que proporcionan voltaje en circuitos cerrados, por lo que son considerados como fuentes de energía eléctrica o de potencia. La batería primaria es un dispositivo electroquímico, que consiste en dos electrodos de materiales diferentes y un electrolito. Es la reacción química entre estos electrodos y electrolitos lo que produce el voltaje.

Las baterías primarias sólo pueden ser usadas una vez, luego de agotadas su energía no sirve más, son baterías o pilas desechables. En cambio las baterías secundarias pueden volverse a cargar pudiéndolas usar varias veces. Tanto las baterías desechables como las recargables se consiguen en distintas formas: cilíndricas, rectangulares y botón. Las baterías primarias son desechables debido a que sus componentes químicos, una vez que se convierten en energía eléctrica ya no pueden recuperarse.

Dentro de la categoría de baterías o pilas primarias se encuentran las baterías más comunes, generalmente de bajo precio denominadas Carbón-Zinc (C-Zn), que tienen poca duración, constituyen una gran parte del volumen generado y producen en su gran mayoría de la merca. También esta categoría de pilas primarias incluye las alcalinas, cuya duración es tres o más veces mayor que las anteriores.

Por ejemplo se colocan una varilla de zinc en una disolución diluida de ácido sulfúrico, el zinc, que es un reductor, se oxida fácilmente, perdiendo electrones y los iones de zinc positivos se liberan en la disolución, mientras que los electrones libres se quedan en la varilla de zinc. Si se conecta la varilla por medio de un conductor a un electrodo de metal metales pueden iniciar una actividad química en la cual se transfieren electrones, produciéndose cargas eléctricas. (MORIEL & SOTO, 2009)

Celda Galvánica

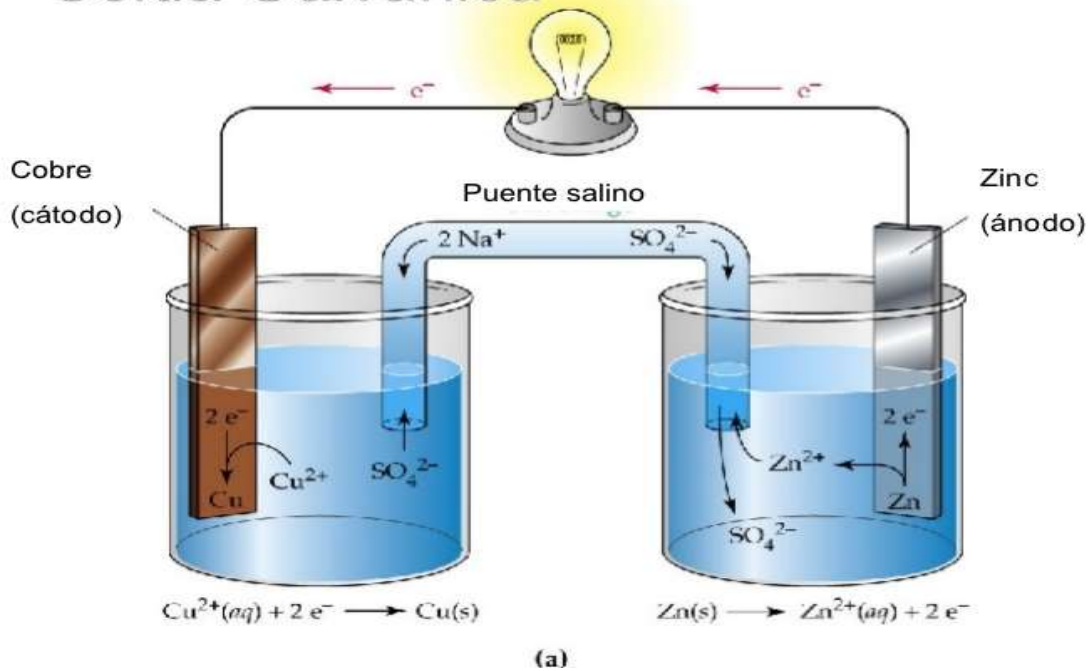


Figura 1. Figura Celda Galvánica

Fuente. Extraída de <http://slideplayer.es/slide/159337/>

4.4. Batería Secundaria.

Las baterías secundarias son aquellas pilas reversibles, en las que el producto químico reacciona entre los electrodos produciendo energía eléctrica, y una vez concluido el proceso es decir descargada las baterías o pilas, pueden ser reconstruidos pasando una corriente eléctrica a través de él en sentido opuesto a la operación de la pila o batería.

La batería es un aparato que transforma la energía química en eléctrica, y consiste en dos o más baterías secundarias conectadas en serie o en paralelo o en misto. Su empleo es más común en los vehículos, produciendo energía eléctrica en cualquier lugar necesaria para arrancar, llegando a ser en la actualidad una opción de proveer de energía suficiente a un automóvil durante varias horas; sustituyendo el combustible fósil más usado hoy en día, la gasolina. Y mostrando una notoria ventaja para la salud del hombre y cuidado del medio ambiente, pues se

eliminan los gases producidos por la combustión.

Pila como batería son términos que surgieron desde los inicios del estudio de la electricidad, donde se juntaban varios elementos uno encima de otro agrupados celdas adyacentes lateralmente, en batería, como se sigue haciendo, para así aumentar la magnitud.

De lo anterior se desprende que cualquiera de los dos términos ya sea pila o batería serviría para referirnos a los elementos que tienen la capacidad de almacenar energía eléctrica. (MORIEL & SOTO, 2009)

4.5. Principios de funcionamiento de las baterías.

El funcionamiento de una pila, está basado esencialmente en un proceso reversible llamado reducción-oxidación (también conocido como redox), un proceso en el cual uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones); es decir, un proceso cuyos componentes no resulten consumidos ni se pierdan, sino que cambian su estado de oxidación, que a su vez puedan retornar al estado primero en las circunstancias adecuadas. Estas circunstancias son, en el caso de las pilas secundarias, el cierre del circuito externo, durante el proceso de descarga, y la aplicación de una corriente, igualmente externa, durante la carga. Es decir se polarizan nuevamente las cargas dentro de la pila.

Un acumulador es, así, un dispositivo en el que la polarización se lleva a sus límites alcanzables, y consta, en general, de dos electrodos, del mismo o de distinto material, sumergidos en un electrolito. (CENSOLAR, 2012)

4.6. Parámetros de las baterías.

Tensión o potencia (en voltios.): es el primer parámetro a considerar, pues es el que suele determinar si el acumulador de energía eléctrica, conviene al uso a que se le destina. Viene fijado por el potencial de reducción del par redox utilizado; suele estar entre 1 volt y 4 volt por elemento.

Capacidad: Es la cantidad de corriente eléctrica que puede almacenar la batería, se mide en

amperios hora (Ah) y es el segundo parámetro a considerar. Especial importancia tiene en algunos casos la intensidad de corriente máxima obtenible ampere (A); por ejemplo los motores de arranque de los automóviles exigen esfuerzos muy grandes de la batería cuando se ponen en funcionamiento, pero actúan durante poco tiempo.

La capacidad eléctrica se mide en la práctica por referencia a los tiempos de carga y descarga en amperios A. La unidad en el sistema internacional (SI) es coulomb (C)

La energía que puede suministrar una batería depende de su capacidad y de su voltaje, se mide habitualmente en W (Watts-hora); la unidad en el Si es el julio. Metales pueden iniciar una actividad química en la cual se transfieren electrones, produciéndose cargas eléctricas. Este proceso se basa en el principio de la electroquímica, principio con el cual fusionan las pilas y las baterías. (CENSOLAR, 2012)

4.7. Funcionamiento de las baterías.

El funcionamiento de una pila, está basado esencialmente en un proceso reversible llamado reducción-oxidación (también conocido como redox), un proceso en el cual uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones); es decir, un proceso cuyos componentes no resulten consumidos ni se pierdan, sino que cambian su estado de oxidación, que a su vez puedan retornar al estado primero en las circunstancias adecuadas. Estas circunstancias son, en el caso de las pilas secundarias, el cierre del circuito externo, durante el proceso de descarga, y la aplicación de una corriente, igualmente externa, durante la carga. Es decir se polarizan nuevamente las cargas dentro de la pila.

Un acumulador es, así, un dispositivo en el que la polarización se lleva a sus límites alcanzables, y consta, en general, de dos electrodos, del mismo o de distinto material, sumergidos en un electrolito. (CENSOLAR, 2012)

4.7.1. Funcionamiento básico de las baterías. En general el funcionamiento de una batería, se basa en una celda electroquímica, las celdas electroquímicas tienen dos electrodos: El Ánodo y el Cátodo.

El ánodo se define como el electrodo en el que se lleva a cabo la oxidación y el Cátodo donde se efectúa la reducción.

Los electrodos pueden ser de cualquier material que sea un conductor eléctrico, como metales, semiconductores.

Para completar el circuito eléctrico, las disoluciones se conectan mediante un conductor por el que pasan los cationes y aniones, conocido como puente de sal (o como puente salino). Los cationes disueltos (K^+) se mueven hacia el Cátodo y los aniones (Cl^-) hacia el Ánodo para que las disoluciones se neutralicen. La corriente eléctrica fluye del ánodo al cátodo porque existe una diferencia de potencial eléctrico entre ambos electrolitos.

4.7.2. Características que definen una batería. La cantidad de energía que puede almacenar. El número de Wh puede calcularse multiplicando el valor del voltaje nominal por el número de Ah.

Se especifica como un número fraccionario, por ejemplo para $C=200[Ah]$ una de tipo $C/20=10A$ quiere decir que la batería puede entregar 10A por 20 horas. La profundidad de descarga que puede sostener. Representa la cantidad de energía que puede extraerse de una batería. Este valor está dado en forma porcentual.

Tipos de baterías: Los tipos de baterías más comunes son:

Plomo-ácido (Pb-ácido)

Nickel-cadmio (NiCd)

Nickel-hidruro metálico (NiMH)

Ion-Litio (Li-ion)

Polímero-Litio (Li-poly)

4.8. Batería de plomo ácido

Es el tipo de batería recargable más común por su buena relación de desempeño, costo aunque es la de menor densidad de energía por peso y volumen. Esta batería cuenta con varias versiones:

La versión shallow-cycle o de ciclo corto es usada en automóviles, en los cuales se necesita una corta explosión de energía que es forzada desde la batería para encender el motor.

La versión deep-cycle o de ciclo profundo, diseñada para repetidos ciclos de Carga y descarga. La mayoría de las aplicaciones requiere este tipo de baterías.

La versión sellada “gel-cell” con aditivos, los cuales vuelven el electrolito en un Gel anti-derrames, está pensada para ser montada de lado o de invertido pero su alto costo la limita aplicaciones en aviones militares.

Aplicaciones batería Plomo-ácido. La batería plomo-ácido es, en el momento actual, imprescindible e insustituible, especialmente en automoción, pero también en muchas otras aplicaciones que exigen continuidad en el suministro de energía eléctrica. (CENSOLAR, 2012)

4.9. Batería de Nickel-cadmio

Se caracteriza por sus celdas selladas, por tener la mitad del peso y por ser más tolerante a altas temperaturas, que una batería de plomo-acido convencional.

Tiene una muy baja tasa de auto descarga debido a regulaciones ambientales ha sido reemplazada por NiMH e Ion-litio, en notebooks y en otros tipos de electrónica de alto precio. Tiene el efecto de memoria lo cual acelera su proceso de descarga.

Aplicaciones batería Nickel-cadmio. Unos de los usos más frecuentes es en juguetes, equipos estéreos y máquinas fotográficas. Existen diseños especializados, como es el ejemplo de baterías para aviones sin sellar, lo que permite expulsar el oxígeno e hidrogeno cuando la batería es carga o descarga rápidamente. (CENSOLAR, 2012)

4.10. Batería de Nickel-hidruro metálico

Es una extensión de la tecnología de NiCd, ofrece una mayor densidad de energía y el ánodo es hecho de metal hidruro evitando los problemas ambientales de la NiCd, además su efecto memoria es casi despreciable.

No es capaz de entregar alto peaks de potencia, tiene un alto grado auto descarga y es muy peligrosa si es sobrecargada.

Tiene una alta tasa de auto descarga aún es de precio elevado, aunque se estima que su costo disminuirá al producir vehículos eléctricos a gran escala.

Aplicaciones batería Ni-MH. Incluyen todos los vehículos de propulsión totalmente eléctrica como: General Motors EV1, Honda EV Plus, Ford Ranger EV, Scooter Vectrix.

Vehículos híbridos como el Toyota Prius, Honda Insight o las versiones híbridas de los Ford Escape, Chevrolet Malibu y Honda Civic Hybrid también las utilizan el transporte público de la ciudad de Niza (Francia) cuenta con el tranvía de piso bajo Alstom Citadis.

Varios modelos de robot la utilizan entre ellos el célebre prototipo humanoide ASIMO diseñado por Honda. (CENSOLAR, 2012)

4.11. Batería de Ion-litio

Es de una nueva tecnología, la cual ofrece una densidad de energía de tres (3) veces la de una batería plomo-ácido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso atómico 6,9 vs 209 para la de plomo.

Dentro de las características más relevantes de la batería de Ion-Litio, se encuentran:

Además cuenta con el más alto voltaje por celda 3.5 [V], lo cual reduce el número de celdas en serie para alcanzar cierto voltaje, lo que reduce su costo de manufactura.

Tiene una muy baja tasa de auto descarga.

Rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión.

Requieren en su configuración como producto de consumo, la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un coste superior que ha limitado la extensión de su uso a otras aplicaciones.

Aplicaciones batería Ion-litio: Su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música.

Las baterías de Ión Litio al ser baterías más compactas permiten manejar más carga, lo que hay que tener en cuenta para lograr automóviles eléctricos prácticos. (San, 2017)

4.12. Batería de Polímero-litio

Es una batería de litio con un polímero sólido como electrolítico, con una densidad de energía de entre 5 y 12 veces las de NiCd ó Ni-MH, a igualdad de peso. A igualdad de capacidad, las baterías de Li-Po son, típicamente, cuatro veces más ligeras que las de Ni-Cd de la misma .

La gran desventaja de estas baterías es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión.

Un elemento de Li-Po tiene un voltaje nominal, cargado, de 3.7 V. Nunca se debe descargar una batería por debajo de 3.0 V por celda; nunca se la debe cargar más allá de 4.3 V por celda. (CENSOLAR, 2012)

Aplicaciones batería Polímero-litio: La esperada próxima generación del Hyundai Sonata que saldrá en el 2011 y estará basado en un modelo híbrido que sacará Hyundai a finales de 2010. Hyundai ha adoptado un enfoque ligeramente diferente en cuanto al almacenamiento de la energía ya que utiliza baterías de polímero de litio en lugar de usar un compuesto de níquel con iones de litio.

La marca de computadores portátiles Apple, usa actualmente la tecnología de las baterías de polímero litio en iPod o iPhone. También se encuentra en dispositivos como teléfonos móviles y PDAs. (Vázquez, 2016)

4.13. Batería de Aire-zinc

Con una fabricación más barata y capacidades que pueden superar en 3 veces a las populares Ion de Litio, las nuevas baterías de Zinc-Aire funcionan utilizando el oxígeno almacenado en un cuarto como electrodo, mientras la batería contiene un electrolito y el electrodo de Zinc permite que el aire circule en una caja porosa, generando electricidad.

La compañía Re Volt se encuentra trabajando en llevar el Zinc-Aire a vehículos eléctricos, para esto será necesario incrementar el número de ciclos de carga en 10.000, algo un poco lejano todavía para los prototipos que sólo alcanzan los 300- 500 cargas y descargas.

Las pilas a base de zinc tienen como principal ventaja la posibilidad de ser recicladas sin límite, sin perder ni sus cualidades químicas, ni sus cualidades físicas. (CENSOLAR, 2012)

Aplicaciones batería Aire-zinc: La tecnología zinc-aire respetuosa con el medio ambiente encuentra su mejor aplicación en prótesis de oído, aparatos electrónicos portátiles y en el sector automotriz.

Es probable que el futuro del coche eléctrico pase por el desarrollo de baterías más potentes de zinc-aire, que sustituyan a las de iones de litio.

Re Volt Technology ha solicitado 30 millones de dólares dentro del programa del gobierno de Estados Unidos para acelerar el desarrollo tecnológico de las baterías de zinc-aire para posibilitar vehículos eléctricos con mayor autonomía. (CENSOLAR, 2012)

4.14. Variables de las baterías.

Tensión o potencia (en voltios.): es el primer parámetro a considerar, pues es el que suele determinar si el acumulador de energía eléctrica, conviene al uso a que se le destina. Viene fijado por el potencial de reducción del par rojo utilizado; suele estar entre 1 volt y 4 volt por elemento.

Capacidad: Es la cantidad de corriente eléctrica que puede almacenar la batería, se mide en amperios hora (Ah) y es el segundo parámetro a considerar. Especial importancia tiene en algunos casos la intensidad de corriente máxima obtenible ampere (A); por ejemplo los motores de arranque de los automóviles exigen esfuerzos muy grandes de la batería cuando se ponen en funcionamiento, pero actúan durante poco tiempo.

La capacidad eléctrica se mide en la práctica por referencia a los tiempos de carga y descarga en amperios A.

La unidad en el sistema internacional (SI) es coulomb (C)

La energía que puede suministrar una batería depende de su capacidad y de su voltaje, se mide habitualmente en Wh (Watts-hora); la unidad en el Si es el julio. (Gutiérrez, 2008)

4.15. Panel solar fotovoltaico para las baterías.

Un módulo fotovoltaico, es un panel que está formado por un conjunto de células solares, que se encargan de convertir directamente en electricidad los fotones que provienen de la luz del sol. La producción de corriente, depende de la irradiación (nivel de iluminación), de modo que, cuanto más sea la luz captada, mayor será la intensidad eléctrica a través de la célula.

En el panel solar fotovoltaico, el conjunto de células están conectadas eléctricamente entre sí, encapsuladas, y montadas en una estructura de soporte o marco.

Los tipos de paneles solares fotovoltaicos vienen dados por la tecnología de fabricación de las células. A continuación, y de forma breve, indicamos los tres tipos fundamentales y sus características: (Gutiérrez, 2008)



Figura 2 .Panel Solar Fotovoltaico Mono cristalino

Fuente. Extraído de <http://www.cheap-solar-shop.co.uk/product/eging-250-panel>

Se obtiene del silicio puro fundido y dopado con boro. Numerosas fases de cristalización, para formar el mono cristal. Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí. Rendimiento en laboratorio: 24%. Rendimiento directo: 15-18% (Gutiérrez, 2008)



Figura 3 Panel Solar fotovoltaico Poli cristalino

Fuente. Extraída <http://www.cheap-solar-shop.co.uk/product/eging-250-panel>

4.16. Paneles Solares Fotovoltaicos Poli cristalinos para las baterías.

Se obtiene del silicio puro fundido y dopado con boro, pero a diferencia del mono cristalino se reducen las fases de cristalización. Por lo tanto, es más económica su fabricación.

La superficie está estructurada en cristales, y a simple vista se distinguen distintos tonos azules

Rendimientos en laboratorio: 19-20%

Rendimiento directo: 12-14% (Gutiérrez, 2008)

Paneles Solares Fotovoltaicos Amorfos para las baterías

Son fabricados mediante la colocación de una fina capa de silicio amorfo (no cristalino), sobre una superficie como vidrio o plástico. Es el módulo más económico en su fabricación.

Posee un color homogéneo, pero no existe conexión visible entre las células.

Rendimiento en laboratorio: 16%.

Rendimiento directo: <10%.

Como vemos, el panel solar mono cristalino es el más eficiente, ya que con él se obtienen rendimientos mayores. No obstante, actualmente podemos indicar, que las dos tecnologías se equiparan en prestaciones, ya que en el funcionamiento real, ante un aumento de temperatura, los poli cristalinos se comportan mejor que el mono cristalino, debido al coeficiente térmico y al color de los cristales al ser más claros. (San, 2017)

4.17. Características de un fabricante de baterías.

A continuación, se muestra una tabla con datos eléctricos reales de un panel solar fotovoltaico, y la explicación de lo que significa cada variable

Datos Eléctricos	Modelo 150	Explicación
Potencia máxima (P_{mpp})	150W	Es un valor de pico. Corresponde a la máxima potencia que puede entregar el panel en un momento dado . Este valor debe ser superior al de consumo máximo para el que se ha diseñado el sistema fotovoltaico
Tensión de potencia óptima (V_{mpp})	18.99V	Es el valor en voltios de la tensión que proporcionará el panel cuando esté trabajando en el valor de potencia P_{mpp}
Corriente punto de máxima potencia (I_{mpp})	7.90A	Es el valor de la corriente proporcionada por el panel cuando se encuentra en el punto de máxima potencia P_{mpp}
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	22.42V	Tensión en los terminales de conexión cuando no hay ninguna carga conectada al panel
Corriente de Cortocircuito (I_{sc})	8.45A	Intensidad que circula por el panel cuando la salida está cortocircuitada
Eficiencia de la Célula ($\pm 3\%$)	17.96%	Rendimiento de la célula solar de silicio
Eficiencia del módulo ($\pm 3\%$)	15.12%	Rendimiento del panel solar

Figuran 4 Datos Eléctricos

Fuente. Extraída de <http://autolibre.blogspot.com/2014/10/analisis-integral-del-vehiculo-electrico.html>

Corresponde exactamente a un panel solar fotovoltaico mono cristalino de 150 W de P_{mpp} . Como se observa, todos los valores que nos ofrecen son interesantes para poder realizar comparaciones y los cálculos correspondientes. Es de reseñar, el valor del rendimiento del panel solar, que nos aportará una idea de cuál es su eficiencia. Será necesario confirmar en qué condiciones se han realizado los ensayos de rendimiento, para poder realizar la comparación de dos paneles similares de distintas marcas comerciales (generalmente se indica la temperatura de testeo que suele ser de 25°C)

En la siguiente tabla se refleja la variación de parámetros del anterior panel solar, con la temperatura:

Coeficientes de temperatura		
Coeficiente de potencia	$T_K (P_{mpp})$	-0.47 %/°C
Tensión en vacío	$T_K (V_{oc})$	-0.38 %/°C
Corriente en Cortocicuito	$T_K (I_{sc})$	+0.04 %/°C

Figura 5 Coeficiente de temperatura

Fuente, Extraída de <http://autolibre.blogspot.com/2014/10/analisis-integral-del-vehiculo-electrico.html>

El fabricante proporciona los coeficientes de temperatura sobre los parámetros característicos del panel. Estos datos nos aportan una idea de la variación que sufren, a medida que aumenta la temperatura. Por ejemplo, y según la tabla, este panel disminuye su potencia un 0,47% por cada grado centígrado que aumente la temperatura. Por lo tanto, como ya hemos comentado, es muy importante el comportamiento del módulo solar fotovoltaico a diferentes temperaturas. (C. Roncero-Clemente, 2010)

4.18. Paneles solares fotovoltaicos para las baterías.

Todos los módulos fotovoltaicos disponen de los polos positivo (+) y negativo (-) por la parte trasera para su conexión y cableado. Recordemos que, los paneles solares fotovoltaicos, están preparados para generar corriente continua, que se transformará en corriente alterna.

Las conexiones que se pueden realizar en una instalación fotovoltaica son dos: Conexionado en Serie o en Paralelo. Veamos con unos ejemplos cuáles son sus características. (Fernández, 2017)

Conectado en Serie para las baterías: Conexión de dos paneles solares fotovoltaicos de Voc 22.42V y corriente de cortocircuito $I_{sc} = 8.45^a$ (Fernández, 2017)

Como vemos en la imagen se ha conectado el polo negativo del panel nº1 con el polo positivo del panel nº2. Si conectamos un polímetro a la salida, obtendremos lo siguiente; Tensión en vacío total: $V_{oc} = V_{oc1} + V_{oc2} = 22.42 \text{ V} + 22.42 \text{ V} = 44.84 \text{ Voltios}$

Intensidad de cortocircuito: $I_{sc} = I_{sc1} = I_{sc2} = 8.45 \text{ Amperios}$. Por lo tanto, en una conexión en serie, las tensiones se suman y la intensidad resultante es la de uno de los paneles (deben ser de las mismas características) (Fernández, 2017)

Conectado en Paralelo para las baterías: conexión de dos paneles solares fotovoltaicos de Voc 22.42V y corriente de cortocircuito $I_{sc} = 8.45^a$ (Fernández, 2017)

Como vemos en la imagen se ha conectado el polo negativo con del panel n°1 con el polo negativo del panel n°2, así como el positivo con el positivo. Si conectamos un polímetro a la salida, obtendríamos lo siguiente; Tensión en vacío total: $V_{oc}=V_{oc1}=V_{oc2} = 22.42$ Voltios

Intensidad de cortocircuito: $I_{sc}=I_{sc1}+I_{sc2}=8.45A+8.45A=16.9$ A

Por lo tanto, en una conexión en paralelo, las intensidades se suman y la tensión resultante es la de uno los paneles (deben ser de las mismas características) (Fernández, 2017)

Conexión en serie o en paralelo para las baterías. Dependiendo de la magnitud de la instalación fotovoltaica, de la tensión de trabajo de las baterías (en caso de autoconsumo aislado), de la tensión de salida al inversor (en caso de grandes instalaciones), se usaran unas u otras, o la combinación de ambas. (Fernández, 2017)

En una instalación de un refugio de montaña aislado con dos paneles solares fotovoltaicos de 12 V y baterías de acumulación de 12 Voltios de tensión de trabajo, la conexión sería en paralelo, ya que $V_{panel1}=V_{panel2}=V_{tensión\ trabajo\ baterías} =12V$.

En una instalación de un edificio administrativo con 2.000 m² de cubierta y autoconsumo para apoyo a la climatización: (Fernández, 2017)

Potencia estimada apoyo climatización = 10.560 W.

Potencia Panel $P_{mpp} = 240W$.

Tensión Panel $V_{mpp}=28,75V$.

Intensidad Panel $I_{mpp} = 8,35^a$

Características de las baterías: Por limitación de espacio de ancho de la cubierta, se ha previsto la siguiente distribución:

Serie: grupo n°1 de 21 paneles solares fotovoltaicos en serie con tensión total = 28,75V/panel x 21 paneles = 603,75 V.

Grupo n°2 de 21 paneles solares fotovoltaicas en serie con tensión total = 28,75V/panel x 21 paneles = 603,75 V.

Intensidad Salida Grupo N°1 = 8,35^a.

Intensidad Salida Grupo N°2 = 8,35^a.

Paralelo: conexión de los grupos n°1 y n°2 en paralelo.

Tensión hacia inversor.....603, 75 Voltios.

Intensidad hacia el inversor.....8,35 A + 8,35 A = 16,7 A.

Como último apunte, observamos que dependiendo de la conexión la intensidad es pequeña o elevada, con la consiguiente implicación en las secciones de cable. (Fernández, 2017)

4.19. Electrólisis o Electrolisis en las baterías.

La electrólisis es un proceso donde la energía eléctrica cambiará a energía química. El proceso sucede en un electrólito, una solución acuosa o sales disueltas que den la posibilidad a los iones ser transferidas entre dos electrodos. El electrolito es la conexión entre los dos electrodos que también están conectados con una corriente directa. Esta unidad se llama célula de electrolisis y se muestra en el cuadro de abajo:

Si usted aplica una corriente eléctrica, los iones positivos migran al cátodo mientras que los iones negativos migrarán al ánodo. Los iones positivos se llaman cationes y son todos los metales. Debido a su valencia perdieron electrones y pueden tomar electrones. Los aniones son iones negativos. Llevan normalmente los electrones y entonces tienen la oportunidad de cederlos.

Si los cationes entran en contacto con el cátodo, captan de nuevo los electrones que perdieron y pasan al estado elemental. Los aniones reaccionan de una manera opuesta. Si entran en contacto con el ánodo, ceden sus electrones y pasan al estado elemental. En el electrodo, los cationes serán reducidos y los aniones serán oxidados.

Para controlar las reacciones en la célula usted puede elegir entre diversos materiales para el electrodo. Así como usted puede utilizar varios electrólitos para las reacciones y los efectos especiales. El electrolito contiene los iones, que conducen la corriente.

Por ejemplo, si usted desea galvanizar, como cátodo se utiliza un pedazo de metal. Los iones del metal del ánodo migran al cátodo y se convierten en una capa delgada en la superficie de la pieza que necesita ser galvanizada.

Para producir cobre muy puro usted tiene que elegir un ánodo de cobre contaminado, que será limpiado por electrólisis. El cobre se consigue como iones de Cu^{2+} en la solución y precipita en el cátodo como capa de cobre más pura que antes. La contaminación del ánodo no reaccionará con el cobre. Los metales con un carácter más noble que el cobre no reaccionarán. Los metales con un potencial estándar más o menos igual que el cobre también sufre electrólisis y migran al cátodo, también la plata es limpiada de esta manera.

Para predecir las reacciones de la electrólisis se utiliza la serie electromotriz-electroquímica. Usted puede encontrar en esta tabla (véase un fragmento abajo) los elementos periódicos por sus potenciales estándares (E_0). El potencial estándar demuestra la capacidad, con respecto a los iones de hidrógeno, para ceder electrones. En esta tabla el potencial estándar del hidrógeno es 0. Los otros elementos tienen un potencial estándar positivo o negativo. Eso significa que los elementos con un potencial negativo serán más fáciles de oxidar que el hidrógeno y los elementos con un potencial positivo serán más difíciles de oxidar que el hidrógeno. (J. Martinez Torregrosa)

4.20. Megger

El Megger, o en realidad Megohmetro, por su nombre genérico, es un instrumento que sirve para medir la resistencia de aislamiento de: cables y bobinados; puede ser respecto a tierra o entre fases, con el Megger también podrá hallar el índice de polarización.

La tensión que aplicará para medir el nivel de aislamiento es poniendo 500 volts para motores que operan por debajo de los 1000 volts (esto incluye los de 380V, 440V, 480V, etc.) ya sean nuevos o en servicio. El valor en mega-Ohmios se observará después de 1 minuto. Las normas a seguir son EASA o IEEE.

El megger consta de dos partes principales: Un generador de corriente continua de tipo magneto-eléctrico, movido generalmente a mano (manivela) o electrónicamente (Megger electrónico), que suministra la corriente para llevar a cabo la medición, y el mecanismo del instrumento por medio del cual se mide el valor de la resistencia que se busca. Son dos imanes permanentes rectos, colocados paralelamente entre sí. El inducido del generador, junto con sus piezas polares de hierro, esta montado entre dos de los polos de los imanes paralelos, y las piezas polares y el núcleo móvil del instrumento se sitúan entre los otros dos polos de los imanes. El inducido del generador se acciona a mano, regularmente, aumentándose su velocidad por medio de engranajes. (YARWOOD, 2016)

4.21. Batería OPZS

Las baterías TAB OPzS se fabrican con la tecnología convencional de plomo-ácido, según norma DIN 40736, EN 60896, EN 61427 y IEC 896-1 y sus reglamentos.

Las baterías estacionarias del tipo OPzS están destinadas al suministro de instalaciones de energía solar fotovoltaica, telecomunicaciones, ordenadores, iluminación de emergencia, sistemas de alarmas, sistemas de control y vigilancia en plantas de energía y estaciones eléctricas, estaciones de tren, aeropuertos. (SUMPER, 2013)



Figura 6 Batería OPzS

Fuente. Extraída de <http://www.tabspain.com/renovables/solar/baterias-opzs/>.

5. Metodología.

5.1. Tipo de proyecto

Investigativa: Participación en grupo de investigación.

5.2. Método

Para el estudio del comportamiento de la energía eléctrica en baterías de Fe Ni, el proyecto se apoya en los fundamentos y conceptos teóricos de los procesos de electrolisis, en artículos de investigación, en eventos históricos de la creación de las primeras baterías, en los desarrollos tecnológicos de Thomas Alva Edison y en la ley de la conservación de la energía, todo esto está estipulado mediante funciones de transferencia lineales en los siguientes pasos:

El objetivo específico es analizar las ventajas de almacenamiento de energía en baterías de Hierro-Níquel.

En la actividad, se analizan los componentes de la batería con el fin de realizar un estudio socio-económico que dé respuesta a la viabilidad del proyecto no solo a nivel de industria, sino también a niveles residenciales rurales y urbanos. Esto se realiza averiguando precios del mercado, y midiendo su desempeño, se realizara una investigación sobre las características de las baterías, se realizara un estudio socio-económico de la viabilidad económica de las baterías.

El objetivo específico es formular cálculos de capacidad con una batería de Hierro-Níquel y una de plomo en sistemas fotovoltaicos, para verificar cual da mejor rentabilidad

En la actividad, se calculó de capacidad de almacenamiento, Para poder establecer los límites de funcionamiento del acumulador ya que la energía retenida no es infinita. Este se verifica consumiendo una carga constante hasta que la batería deje de funcionar y obtener una medida de A / H.

Se realizara el cálculo de la batería por medio de la fórmula de watts, se realizaran pruebas de descarga conectando una carga fija a la batería, se realizara la verificación de consumo total de la batería hasta descargarse.

En el objetivo específico, se Analizar comparaciones de rendimientos y durabilidad de almacenamiento de las baterías de hierro-Níquel.

En la Actividad, se calculó de trabajo, para poder determinar qué tan grande será el alcance de la zona o rango de trabajo; esto se determina por individuo o por maquina como entes consumidores de energía eléctrica. El cálculo de trabajo se realiza con una comparación de carga entre un día nublado y un día soleado.

Se verificara el tiempo de almacenamiento al momento de conectar una carga fija y verificar su tiempo trabajo.

Se realizara la medición de la batería con un multímetro para verificar las cargas equilibradas.

Se realizara unos analistas luego de tener la batería cargada al máximo para verificar su potencia inicial.

Se realizaran pruebas con la batería luego de estar cargada veinticuatro horas después para verificar sus pérdidas.

En el objetivo específico, se realizar un artículo de divulgación

En la Actividad, se realiza el documento de divulgación basado en las normas IEEE, se realizara el documento de divulgación basado en las normas IEEE para tenerlo como referencia durante la escritura del artículo de divulgación resultado del presente proyecto. Esto teniendo en cuenta que el artículo está orientado a publicaciones que exigen presentación en norma IEEE...

5.3. Instrumentos de recolección de información

5.3.1. Fuentes primarias. Inicialmente se habla de experiencias personales y anécdotas desconocidos para la creación de una lluvia de ideas, se tiene presente el conocimiento y experiencias de algunos docentes de la institución y también de algunos laboratoristas.

Se realiza una búsqueda interna en la institución como lo es el uso de fuentes bibliográficas que contienen información conceptual del proyecto. Se hará uso de la normatividad RETIE para verificar que cumpla las normatividades de carga y descarga de potencia.

5.3.2. Fuentes secundarias. En este estudio de fuentes secundarias se realizan búsquedas externas como lo son las fuentes virtuales (IEEE, EBSCO, WIPO PATENTSCOPE Y GOOGLE ACADEMIC), los estudios de materiales, un poco de estudio de lo que existe comercialmente hablando.

6. Resultados

6.1. Descripción del experimento

6.1.1. Adquisición de los elementos. Inicialmente se consigue una batería con características muy similares a las del proyecto “Hierro Níquel”, además, se debe hacer la respectiva adecuación del espacio de trabajo para facilitar las mediciones respectivas y tener una completa visual sobre el elemento, teniendo presente que el tiempo de investigación es prolongado se debe garantizar que su manipulación es mínima o nula.



Figura 7 Batería de plomo ácido

Fuente. Propia

Para conocer las condiciones iniciales es muy importante verificar que la batería este en buenas condiciones y para el estudio de las propiedades es necesario conocer la medición inicial del voltaje entregado por el elemento, el cual, en este caso registra una carga total de 12,16V.

Es de tener presente que no todas las baterías tienen la misma carga inicial y el lugar donde se dejan reposar esta acondicionado para que durante el proyecto no sea interrumpido por las clases de la universidad y tampoco esté al alcance de la manipulación de los estudiantes.

Las terminales tanto de las baterías como de los caimanes se protegen con lubricante antioxidante con el fin de que durante el proceso no se generen aislamientos o impedancias por la oxidación del acero.



Figura 8 Multímetro
Fuente. Propia

Después de conocer las condiciones iniciales de la batería se procede a conectar una carga liviana como es el caso de un arrancador suave o un bombillo, en este caso se conecta la carga de un bombillo teniendo presente que este demanda más tiempo de supervisión que otro posible accesorio, pero por efectos comerciales este es el más apropiado.

Los accesorios que no se recomiendan conectar son aquellos que tienen cargas inductivas, como es el caso de los motores, los cuales, son muy comunes en los electrodomésticos como ventiladores, picadoras, licuadoras y extractores.

Para el análisis de esta carga liviana no se pretende estudiar el comienzo del proceso debido a que los valores de diferencia entre los ciclos de medición varían muy poco, los valores son casi insignificantes y lo convierten en una investigación monótona y poco diciente.

6.1.2 Recopilación de datos: Los bornes de la batería se tratan de proteger bastante ya que cuando están en uso tienden a oxidarse, evento que es muy común pero puede llegar a distorsionar la información si no se encuentran en buen estado.

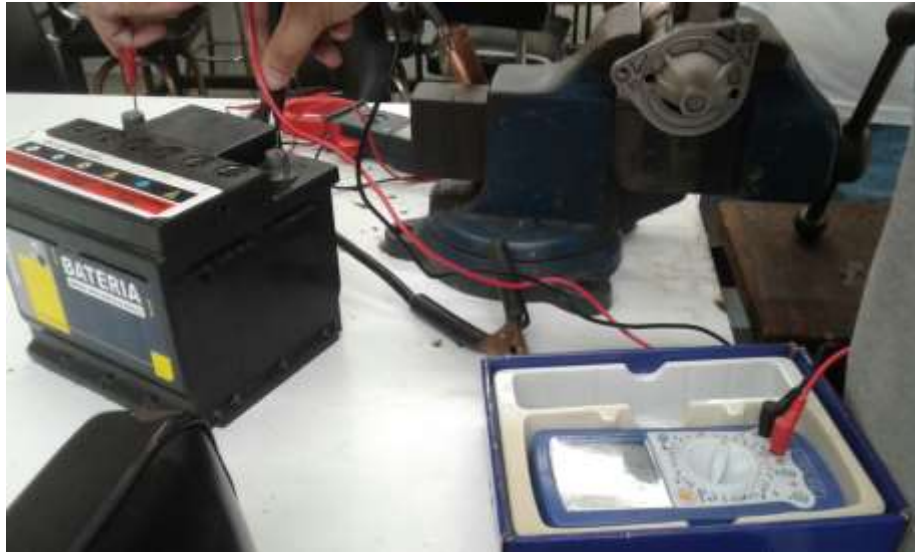


Figura 9 Prueba de carga en Batería plomo-acido

Fuente. Propia

Pasados 6 meses de conectar un bombillo de forma continua a la batería se verifica una reducción de $0,07V$, como se recomienda al inicio del proyecto se debe realizar la medición con el mismo multímetro que está destinado para el proyecto, para evitar que la lectura pueda variar por el instrumento o por batería.

Es necesario verificar el voltaje de la batería luego de haber realizado consumo de carga para poder realizar cálculos promedios de consumo entre determinados tiempos lo que facilita realizar promedios de consumo en determinados tiempos.

Obteniendo como fin un dato estadístico de consumo por trabajo realizado en 5 medias.

Esto nos va a permitir tener datos promedios de consumo de carga y descarga de la misma obteniendo rentabilidad de esta batería.

El multímetro, también denominado polímetro o tester, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras.



Figura 10 Verificación de voltaje
Fuente. Propia

De forma paralela se conectaron otras baterías y en este caso se habla de una batería que se conecta a un bombillo y un arrancador suave, los cuales siguen siendo una carga liviana, y el resultado que arroja al pasar 6 meses de consumo de energía es igual que si se conecta solamente un bombillo y casualmente el consumo es de 0,07V; debido a esta casualidad se recomienda verificar que los accesorios de carga se verifiquen y se tenga la total certeza que están en buenas condiciones pasados los 6 meses.

El estudio más detallado se realiza a los 6 meses y 8 meses ya que son puntos intermedios y para efectos de los promedios se puede diagnosticar más fácilmente con puntos muy centrales en la medición, y con mínimamente dos puntos para realizar la recta de la gráfica.

El propósito de conectar dos accesorios livianos en paralelo es verificar el comportamiento de descarga cuando se puedan generar pérdidas por las impedancias del cableado en procesos pequeños



Figura 11 Batería Trabajando
Fuente. Propia

Otra batería se conecta a un arrancador de un carro con el propósito de generar un consumo mayor que las anteriores, en efecto la demanda de energía en este caso es mayor teniendo presente que las condiciones iniciales fueron iguales y se midieron con el mismo instrumento para evitar márgenes de error en la medición, pero como la descarga de la batería es directamente proporcional al tiempo, entre más tiempo transcurra más se demarcara la diferencia entre las descargas liviana y pesada.

Todos los recursos son prestados por la institución y como son objetos de desgaste académico primero se verifica el funcionamiento del arrancador para garantizar que la potencia requerida por el accesorio si es similar a la nominal de la fábrica.

En este caso no se requiere de un segundo accesorio en paralelo que demande más energía, debido a que los voltajes son mayores, son más representativos.

Es de tener presente que de igual forma se pretende realizar la medición en la gráfica pasados 5 meses con el propósito de mostrar una gran varianza en el estado de la batería y también respecto al análisis de la carga suave.



Figura 12 Pruebas con arrancadores
Fuente. Propia

Pasados 8 meses de estar conectada la batería a un arrancador de carro de forma continua, se verifica que el accesorio este en buen estado, además, se mide un consumo de 4,72V y se obtiene una medida lineal del consumo de energía ya que cuando transcurre un tiempo de 6 meses el consumo de la batería fue de 3,5V y se garantiza de esta forma un estado de cotidianidad o estabilidad en el proyecto.

Si la batería está en buenas condiciones, el voltaje deberá estar entre 12,4 y 12,7 volts. Una lectura más baja que 12,4 volts indica que la batería necesita recargarse. Si la lectura es menor a 12,2 volts se realiza una recarga de mantenimiento, que significa una recarga lenta. Después, se verifica de nuevo.

Durante el proceso se está verificando si el comportamiento de descarga es lineal o es exponencial, pero con lo que se analiza hasta el momento es que la corriente flotante es constante.



Figura 13 Verificación de voltaje
Fuente. Propia

6.2. Diseño de planos. En la ilustración se muestra de forma pictórica la conexión de la batería a la carga ya sea liviana o pesada, con el fin de proponer una forma técnica de trabajo para posteriores estudios a realizar sobre este proyecto.

Es de tener presentes que como se está investigando el comportamiento de este tipo de baterías, son varias las conexiones a realizar, es decir, es el mismo montaje pero con distintas cargas de forma simultánea, una conexión se realiza con un bombillo, otra se realiza con un

bombillo y un arrancador suave en paralelo y otra conexión se realiza con un arrancador de un carro.

Es de tener presente que en el montaje de un solo bombillo se pretende estudiar una carga liviana simple; Cuando se conecta en un segundo montaje otro bombillo con un arrancador suave en paralelo se debe estudiar el evento de las posibles fugas o pérdidas de energía generadas por la impedancia de los cables, ya que cualquier voltaje por despreciable que sea genera diferencia en el análisis de cargas livianas; Por último se conecta el arrancador de un carro para que demande buena energía eléctrica y como en este caso se espera obtener una demanda significativa, no es necesario probar con más elementos en paralelo, debido a que en este caso las fugas o pérdidas son despreciables en la medición.

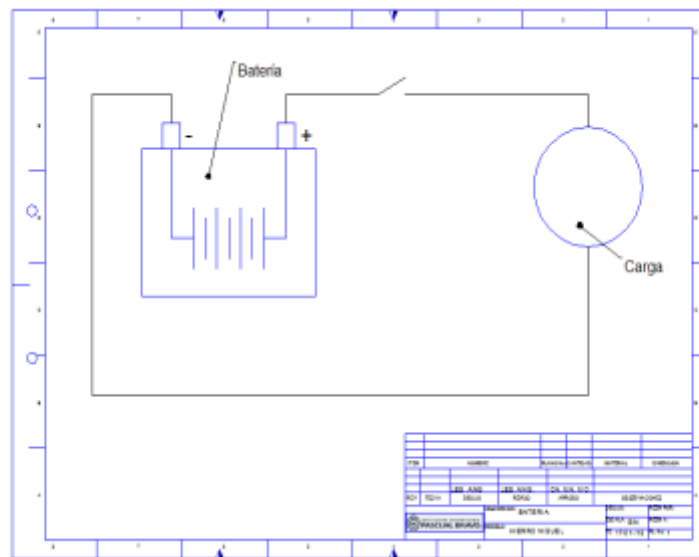


Figura 14 Esquema gráfico de una batería y una carga

Fuente. Propia

A continuación se representa la conexión de todo el circuito esquemático para el debido funcionamiento del panel solar y la batería, todo este diagrama requiere de otros accesorios resistivos, capacitivos e inductivos.

Para realizar los planos del proyecto se utiliza un software de diseño genérico, es decir, se utiliza para planimetría mecánica, eléctrica y mecánica que en diferencia a un programa de

simulación eléctrica o electrónica, en este no se guardan escalas gráficas, ni proporciones ni distribución de pines.

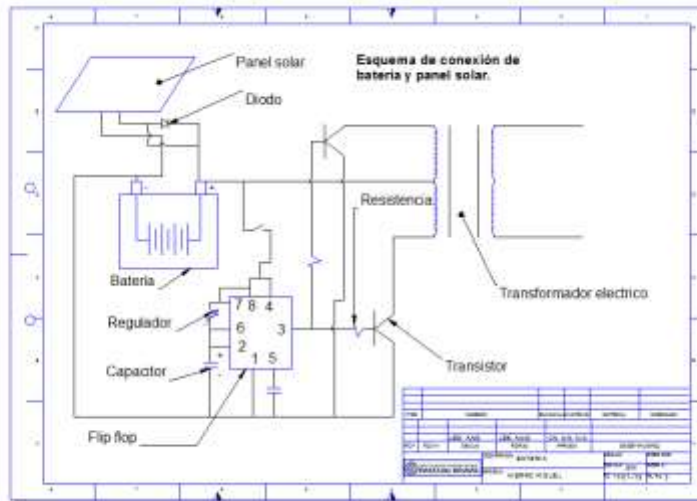


Figura 15 Esquema grafico de conexión de panel solar y batería
Fuente. Propia

Este diagrama muestra el comportamiento interno de los participantes del proyecto, se ilustra la forma en que los electrones se comportan desplazándose desde un polo negativo hasta un polo positivo, pasando por el elemento de funcionamiento.

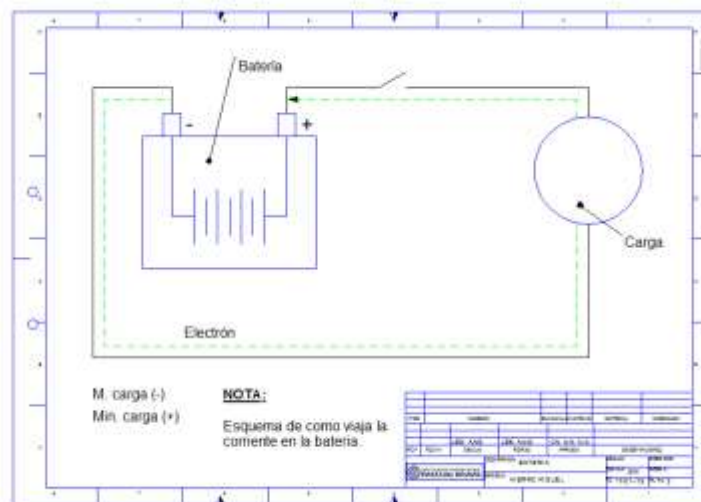


Figura 16 Como viaja la corriente en una batería.
Fuente. Propia.

6.3.Evaluación de resultados

6.3.1. Formulas y Cálculos. Se realizan análisis de baterías para definir la carga que tiene una batería se realiza mediante de la fórmula $Q = \frac{E}{V}$; Dónde:

Q: Carga [amperios/hora]

V: Voltaje de placa

E: Energía de placa

Remplazado con los datos:

$$P = 50 * 12 = 4,166$$

Tabla 1
Cálculo de Carga

BATERIA	POTENCIA (P)	VOLTAJE (V)
PLOMO-ACIDO	50	12
FE-NI	100	12
NICd	150	12
	CALCULO DE TRABAJO	
		4,166666667
		8,333333333
		12,5

Fuente. Propia

Se puede garantizar un comportamiento lineal en los dos estudios tanto de consumo liviano como consumo pesado, para cuando se realizan los análisis estadísticos se llega a la conclusión que los promedios de oscilación siempre están muy cercanos a esta base de datos, se está asumiendo que las condiciones y tiempos de trabajo son con total exactitud.

Este cálculo se realiza por medio de una regla de tres simple donde se obtuvo un consumo en voltios en determinado periodo de tiempo medido en meses $\frac{T_2 * V}{T_1}$ Dónde:

T_p : Tiempo Promedio de trabajo en meses

V: Consumo de voltaje

T_r : Tiempo real medido de trabajo

Remplazado con los datos:

$$T^2 = 5 * 0,07 / 6 \text{ fórmula 1}$$

$$T^2 = 5 * 4,72 / 8 \text{ fórmula 2}$$

Tabla 2

Calculo promedio de consumo

CONSUMO DE CARGA DE LIVIANO		CONSUMO DE CARGA DE PESADO	
TIEMPO EN MESES	CONSUMO EN VOLTIOS	TIEMPO EN MESES	CONSUMO EN VOLTIOS
5	0,06	5	2,95
6	0,07	6	3,54
7	0,08	7	4,13
8	0,09	8	4,72
9	0,11	9	5,31

Fuente. Propia

6.3.2 Gráficos y cálculos. Esta es la gráfica del comportamiento lineal del consumo de energía para cuando se genera una carga liviana, en la línea horizontal se da el detalle del voltaje que se consume y de forma vertical se ilustra el tiempo transcurrido en meses, es evidente la proporcionalidad entre el tiempo y el consumo. Se visualiza claramente que la proporción es

directamente proporcional, a mayor cantidad de tiempo disminuye la carga de la batería, y al reducir la carga de la batería, es porque el consume de energía es mayor.

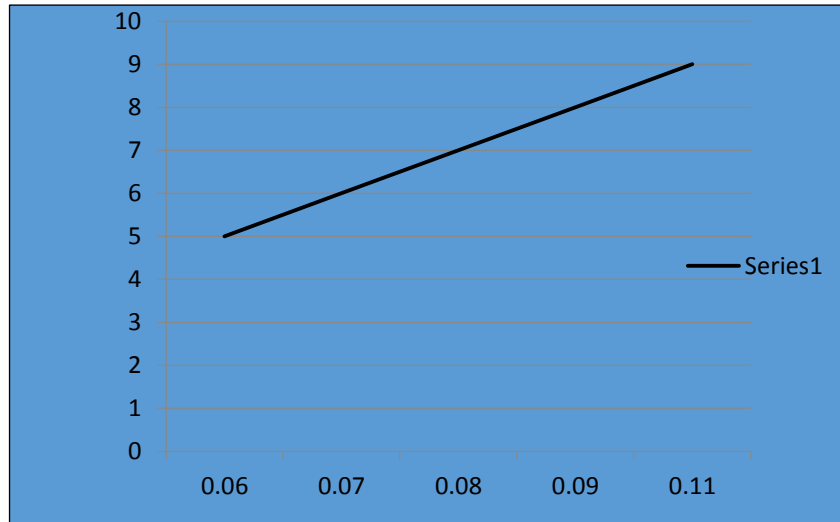


Figura 14 Diagrama de consumo liviano

Fuente. Propia

Esta es la gráfica del comportamiento lineal del consumo de energía para cuando se genera una carga pesada, en la línea horizontal se da el detalle del voltaje que se consume y de forma vertical se ilustra el tiempo transcurrido en meses, es evidente la proporcionalidad entre el tiempo y el consumo, es decir, entre más tiempo pasa es mayor el consumo de energía.

Inicialmente se debe hacer la aclaración que se tienen varios factores de error como es el caso de las perturbaciones ambientales, la posible oscilación del instrumento de medición se puede generar por el ruido que se genera en el laboratorio de diagnóstico; Otra posible perturbación es que el tiempo real en que se mide no es exacto, es decir, la medición se puede generar con minutos de desfase ya sean minutos antes o después.

Por economía en el proyecto se trabaja con algunas baterías nuevas y otras de segunda y esto puede generar posibles desviaciones con la estandarización de los valores a medir.

Como normalmente la ingeniería busca linealizar los procesos por facilidad de los cálculos, se debe sacar un promedio entre los datos extraídos del sistema debido a que la línea de la gráfica es algo rizada.

En los primeros meses de análisis no se genera casi ningún cambio, especialmente en la investigación de las dos baterías con carga livianas, por esto se llega a la conclusión de comenzar los cálculos a partir del quinto mes del experimento.

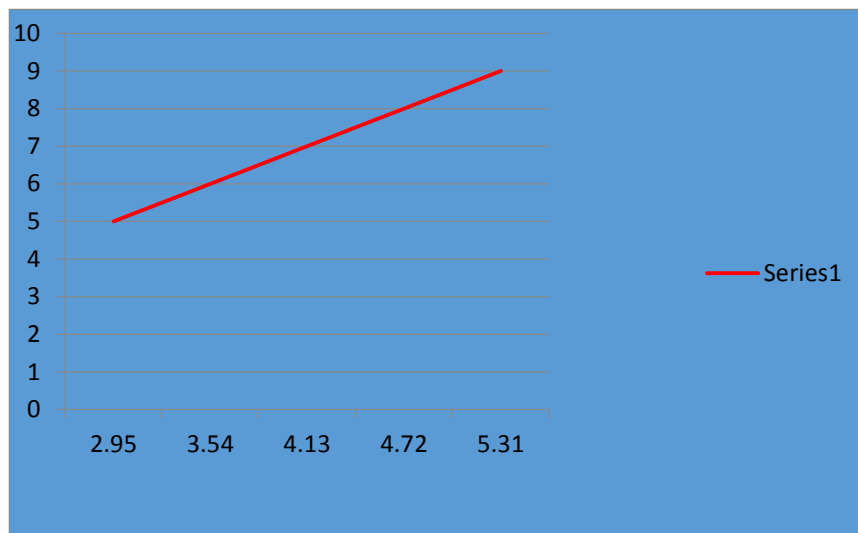


Figura 15 Diagrama de consumo Pesado

Fuente. Propia

Se analizan cálculos de capacidad de carga por medio de la fórmula

$$C_N [\text{Ah}] = I_N [\text{A}] * D \text{ carga/descarga [h]}; \text{ Dónde:}$$

C_N : Capacidad nominal de la batería

I_N : Corriente de carga o descarga

D: Duración de carga o descarga

Se realizan análisis a partir de un banco de 6 baterías estacionarias con 2 v cada celda este banco cuenta con una capacidad de 250 Ah con una corriente constante de 10 A, con un régimen de descarga de 25 horas.

Datos:

$$C_{10} = 230 \text{ Ah}$$

$$I_N = 10 \text{ A}$$

Se analiza que una batería con estas características podría suministrar 23 amperios durante 10 horas.

Concepto de Capacidad: La capacidad de una batería solar se calcula en función de la duración de descarga de la misma. Ese valor debe ser proporcionado por el fabricante

Tabla 3

Calculo de capacidad de carga

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA		
230	10	23

Fuente. Propia

Se realizan cálculos de carga o potencia, consumo/hora y duración para una batería que se encuentra en funcionamiento, se analiza por medio de los siguientes valores 12 V a 380 A/hora si se le conecta una carga que consume 150 mA y se alimenta de 12 V

Tabla 4

Calculo de carga de la batería

CALCULO DE CARGA DE LA BATERÍA		
12	380	4560

Fuente. Propia

Se realizan cálculos de carga, teniendo los datos de voltaje y amperaje por medio de la fórmula $P = V * A$; Dónde:

P: Potencia de placa

V: Voltaje de placa

A: Amperios de placa

Se calcula la Energía de la batería por medio de la fórmula: $E = V * P$

Dónde:

E: Energía eléctrica

V: Carga de placa

P: Potencia de placa

Remplazando con los datos adquiridos.

$$P = 12 * 4560 = 54720 \text{ W}$$

Tabla 5

Calculo de energía eléctrica

CALCULO DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
12	4560	54720

Fuente. Propia

Es bastante conocido que las baterías no dan capacidades grandes, cuando se descargan a regímenes elevados de corriente, como cuando se descargan a valores pequeños; La cantidad de electricidad que acumula una batería. Viene a ser el producto de la corriente a la que se descarga, multiplicada por el número de horas de descarga. Durante todo el proceso, la batería deberá mantener un voltaje en bornes, mayor o igual a 12.2 voltios.

La ley de Peukert consiste en una relación entre el estado de carga de una batería y su Descarga: a mayor ratio de descarga, menor capacidad de la batería. La ecuación de Peukert es la siguiente $Cp = I^k * t$; Dónde:

Cp.: Capacidad de la batería descargándola a 1 amperio (h).

I: Corriente de descarga real (A).

t: Tiempo de descarga real (h).

K: Constante de Peukert (adimensional)

La anterior ecuación se puede reformular considerando H el tiempo de descarga teórico de la

batería $t = H \left(\frac{C}{I.H} \right)^* k$

Remplazando con los datos obtenidos:

$T = 20 (100/10 * 20)^* ^{1/2}$

Tabla 6
Ley de Peukert

LEY DE PEUKERT		
20	0,435	8,7

Fuente. Propia

6.4. Comparaciones. Se realiza un cuadro de ventajas y desventajas lo que nos permite conocer un poco más sobre las características de dos tipos de baterías.

Batería de plomo acido. Ventajas, asequible y fácil de fabricar, la tecnología es fiable y bien conocida, es duradera y ofrece un servicio fiable, la auto descarga es de las más bajas de los sistemas de baterías recargables, capacidad para altas tasas de descarga.

Baterías OPZ. Alta capacidad, larga vida media, mantenimiento reducido, baja auto descarga, control del nivel de ácido sencillo y rápido, bajo nivel de consumo de agua, dimensiones y pesos ajustados, baja y constante corriente de flotación

La batería OPZS cuenta con una temperatura de corriente más baja que la de plomo – acido, lo que permite que al realizar una descargar es más lenta contando con el indicador de la velocidad de descarga, esto permite que la velocidad sea menor y tenga un mejor almacenamiento de energía

Tabla 7 Comparaciones

	VENTAJA OPZS	VENTAJA PLOMO ACIDO	DESCRIPCION
PRECIO		X	Las baterías OPZS tienen mayor precio en el mercado 787,71E contra 243E.
CORRIENTE DE FLOTACION	X		Las baterías OPZS tienen la corriente de flotación baja y constante, es decir, cuando están cargadas al máximo no se descargan tan fácil con la inactividad.
TEMPERATURA OPERATIVA ALTA		X	La temperatura operativa de las baterías de plomo acido es más alta, es de 65° contra 55° de las OPZS
TEMPERATURA OPERATIVA BAJA	X		La temperatura operativa de las baterías OPZS es más baja, es de -20° contra -10° de las de plomo acido
CICLOS O RECARGAS	X		Los ciclos o recargas de las baterías OPZS son aproximadamente de 1500, lo que se genera en aproximadamente 20 años de uso; Contra 300 ciclos de las baterías de plomo acido, lo que representa un uso de aproximadamente 4 años
AMPERIOS	X		Las baterías OPZS normalmente soportan más amperios que las de plomo acido hablando del mismo volumen geométrico.
FABRICACION		X	Las baterías de plomo acido son fáciles de fabricar.

Fuente. Propia

7. Conclusiones

Las baterías de hierro-níquel son amigables con el medio ambiente cuentan con una vida útil extensa pero no son comerciales lo que impide poder adquirirlas y hacer uso de ellas.

No hay suficiente información sobre el estudio de estas baterías de Hierro Níquel, pero su carga y descarga se cumple en tiempos tan reducidos respecto a las baterías de plomo que se hace evidente la poca rentabilidad.

Las baterías OPZS convencionales son baterías de plomo-acido, las cuales, cuentan con una vida útil de 18 a 20 años igualmente que las baterías de Hierro Níquel pero a diferencia de estas, no se descargan tan rápido como las baterías del proyecto.

Para realizar la fabricación de una batería de hierro-níquel se requiere de un permiso fiscal y de la policía donde se permita comprar los químicos requeridos como el óxido de níquel, y el hidróxido de potasio.

Las baterías de Hierro Níquel tienen una vida útil de 20 años y no son comerciales, no es fácil adquirirlas porque normalmente son antiguas.

La batería de plomo acido es la batería más rentable para el almacenamiento de energía en sistemas fotovoltaicos estacionarios.

8. Recomendaciones

Se recomienda que la batería cuente con una protección para que no sufra una sobre carga y esto mejore su ciclo de vida útil.

El modelo OPZS es el más utilizado en grandes instalaciones o bien en instalaciones medias donde se necesite una batería de mayor duración que las Gel o AGM. Las OPZS tienen una vida útil de 20 años y tienen una gran resistencia para ciclos continuos de carga-descarga. Al tratarse de una batería abierta, requiere un mantenimiento de rellenado cada 2 años y colocarse en un lugar ventilado.

Debido a la escasez de recursos y los numerosos problemas ambientales, es necesario hacer una priorización de los esfuerzos de solución hacia los problemas de deterioro ambiental de mayor gravedad, como el residuo de las baterías recargables

Las medidas de protección ambiental deben orientar la actividad humana, con el propósito de hacer compatibles las estrategias de desarrollo económico y social, con las de preservación ambiental.

9. Referencias bibliográficas.

Alejandra Martinez, V. Q. (2017). ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA. *VIII ENCUENTRO DE PARTICIPACION DE LA MUJER EN LA CIENCIA* (págs. 1-2). Centro de investigadores en optica A.C.

BETANCUR MUÑOZ, J. M., BETANCUR RODRIGUEZ, M. A., VELASQUEZ LOPEZ, A., & MARULANDA BERNAL, J. I. (14.09.2017). *Patente n° WO/2017/153968*. Colombia.

BONILLA, P., & MUÑOZ, W. (1 de ENERO de 2010).

https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Bonilla_Valladares/publication/270904639_Recuperacion_y_Reutilizacion_de_Componentes_Quimicos_Provenientes_de_Pilas_yo_Baterias_por_Via_Humeda/links/54b993dc0cf253b50e2a9878/Recuperacion-y-Reutilizacion-de-Compon.

Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Bonilla_Valladares/publication/270904639_Recuperacion_y_Reutilizacion_de_Componentes_Quimicos_Provenientes_de_Pilas_yo_Baterias_por_Via_Humeda/links/54b993dc0cf253b50e2a9878/Recuperacion-y-Reutilizacion-de-Compon:

https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Bonilla_Valladares/publication/270904639_Recuperacion_y_Reutilizacion_de_Componentes_Quimicos_Provenientes_de_Pilas_yo_Baterias_por_Via_Humeda/links/54b993dc0cf253b50e2a9878/Recuperacion-y-Reutilizacion-de-Compon

C. Roncero-Clemente, E. R.-C. (2010). Modelo de String Fotovoltaico basado en las especificaciones tecnicas del fabricante. <http://peandes.unex.es/archives%5CP144.pdf>, 1-6.

CENSOLAR. (13 de febrero de 2012). *ENERGÍAS RENOVABLES*. Obtenido de *ENERGÍAS RENOVABLES*: <http://www.fotovoltaica.com/catcenco.pdf#page=11>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1. (2010). *Ciencia y desarrollo, Volumen 8, Número 46*. CALIFIENIA: la Universidad de California.

Echeverri, A. (2011-12). Informalidad y urbanismo social en Medellín. *11206 Artículos en revistas editadas en la UPC*, 11-23.

Edison, C. d.-i.-h. (03 de julio de 2012). *Científicos de Stanford re-inventan un siglo después la batería de níquel-hierro de Edison*. Obtenido de *Científicos de Stanford re-inventan un siglo después la batería de níquel-hierro de Edison*:

<https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/07/03/cientificos-de-stanford-re-inventan-un-siglo-despues-la-bateria-de-niquel-hierro-de-edison/>

Energety, V. (2017). <https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-OPzS-batteries-ES.pdf>. Obtenido de <https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-OPzS-batteries-ES.pdf>

Fernández, H. (2017). MODELO GENÉRICO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS. www.researchgate.net, https://www.researchgate.net/profile/Herman_Fernandez3/publication/262651812_Modelo_genérico_de_celdas_fotovoltaicas/links/5629a42708aef25a243d831d.pdf.

Gutiérrez, E. R. (2008). *Mejores prácticas en el diseño de sistemas de*. Costa Rica: IE – 0502 Proyecto Eléctrico.

http://batteryuniversity.com/learn/article/when_was_the_battery_invented. (09 de 04 de 2017). Obtenido de http://batteryuniversity.com/learn/article/when_was_the_battery_invented

J. Martínez Torregrosa. (s.f.). *INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS*. ENSEÑANZA DE LA CIENCIA.

Le interesaría comprar una batería que le duraría toda su vida (hasta que lo entierren y mas allá). (Miércoles 11 de Octubre del 2017). *Chihuahua, Chih.,*, <http://www.chiwuas.com/notas/2014/07/n2014-07-2913:44:25.php>.

LEVENFELD LAREDO, B. (2017). *WIPO PATENTSCOPE*. Obtenido de WIPO PATENTSCOPE: <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2017158223&recNum=2&office=&queryString=bateria+de+niquel&prevFilter=&sortOption=Fecha+de+publicaci%C3%B3n%2C+orden+descendente&maxRec=3085>

LEVENFELD LAREDO, B., LEVENFELD LAREDO, B., BUCHELI ERAZO, W. O., SANCHEZ, J. Y., VÁREZ ÁLVAREZ, A., & AMARILLA ÁLVAREZ, J. M. (21.09.2017). *Patente n° WO/2017/158223*. Madrid España.

LEWISDYER, F. (1910). *HIS LIFE AND INVENTIONS*. THE FLOATING PRESS.

MORIEL, L. C., & SOTO, J. C. (13 de mayo de 2009). *Banco de baterías plomo acido. Metodología para*. Obtenido de Banco de baterías plomo acido. Metodología para: <https://ae79d0f0-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/ingelectricaucajiit/reportes-de-investigacion-de-ingenieria/Bancodebater%C3%ADasplomoacido.Metodolog%C3%ADaparalaselecci%C3%B3nadicuadadenunasubestaci%C3%B3ndepotencia..pdf?attachauth=ANoY7cpdUPw>

Piacente, P. J. (Miércoles, 27 de Junio de 2012). Nueva vida para las baterías de níquel-hierro de Thomas Alva Edison. *Nueva vida para las baterías de níquel-hierro de Thomas Alva Edison*.

San, F. d. (2017). *Patente n° 14707428* . colombia.

SUMPER, A. (2013).

Vázquez, D. A. (2016). *Diseño de Tecnologías para rehabilitacion energetica*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/41305/1/Dise%C3%B1o%20de%20Tecnologias%20para%20rehabilitacion%20energetica.pdf>

YARWOOD, J. (2016). *Patente n° 2546124*. GB.

10. Bibliografía

<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-OPzS-batteries-ES.pdf>

https://www.reguerobaterias.es/c900616_serie-opzs.html

<https://logismarketes.cdnwm.com/ic/tab-catalogo-general-de-tab-con-productos-y-servicios-ofertados-656870.pdf>.

11. Anexos

11.1. Batería Hydraulan



Figura 17 Batería Hydraulan
Fuente. Propia

11.2. Bornes batería Hydraulan



Figura 18 Batería Hydraulan parte superior
Fuente. Propia

11.3. Datos de placa de una batería



Figura 19 Datos de placa Batería Hydraulan
Fuente. Propia

11.4. Batería Bosch



Figura 20 Batería Bosch
Fuente. Propia

11.5. Batería Mac



Figura 21 Batería MAC
Fuente. Propia

11.6. Datos de placa de una batería HMG 42-40



Figura 22 Datos de placa de la Batería HMG
Fuente. Propia