



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA

AUTOMOTRIZ

TÍTULO

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA AUTONOMÍA DE UN BANCO DE
BATERÍAS (UPS) IMPLEMENTADO A UN VEHÍCULO ELÉCTRICO
TUBULAR EN LA CIUDAD DE LOJA.”

*Tesis previa a optar por
título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz*

AUTOR:

Lucio Aquilino Cañar Calva.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Carlos Raúl Barreto Calle, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

Ing. Carlos Raúl Barreto Calle, Mg. Sc.

**DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.**

CERTIFICO:

Haber asesorado, dirigido, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado en todo su proceso de investigación cuyo tema versa **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA AUTONOMÍA DE UN BANCO DE BATERÍAS (UPS) IMPLEMENTADO A UN VEHÍCULO ELÉCTRICO TUBULAR EN LA CIUDAD DE LOJA”**, previo a optar por el título de Ingeniero en Mecánica Automotriz, realizado por el señor egresado: **Lucio Aquilino Cañar Calva**, el mismo que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 21 de Marzo del 2018



Ing. Carlos Raúl Barreto Calle. Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **LUCIO AQUILINO CAÑAR CALVA**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Autor: Lucio Aquilino Cañar Calva



Firma:

Cédula: 1104344765

Fecha: Loja, 26-07-2018

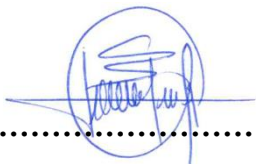
CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **LUCIO AQUILINO CAÑAR CALVA**, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación titulado: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA AUTONOMÍA DE UN BANCO DE BATERÍAS (UPS) IMPLEMENTADO A UN VEHÍCULO ELÉCTRICO TUBULAR EN LA CIUDAD DE LOJA”**, como requisito para la obtención del Título de: **INGENIERO MECANICO AUTOMOTRIZ**. Autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visualización de su contenido que constara en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de Julio del dos mil dieciocho.



Firma:.....

Autor: Lucio Aquilino Cañar Calva

Cédula: 11043447675

Dirección: Loja (Cdla: Esteban Godoy)

Correo electrónico: aquile17@live.com

Teléfono: 2689111

Celular: 0968259035

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Carlos Raúl Barreto Calle, Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Rubén Dario Carrión Jaura, Mg. Sc.

Ing. Alex Alberto González Hernández, Mg. Sc.

Ing. Brayan Jhon Briceño Martínez, Mg. Sc.

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y lucha constante por alcanzar una de mis más anheladas metas se lo dedico con mucho amor, cariño y respeto a DIOS, por iluminar mi vida, mi mente y mi corazón, a mis Padres: Amada y Lucio, por ser los pilares fundamentales en todo lo que soy, a mis Hermanos, por el amor que me han brindado y ser parte fundamental de mi logros, a mi Familia y Amigos, que siempre me han apoyado y han sido parte de mis metas, y así poder alcanzar una meta y cumplir un sueño más.

Lucio Aquilino Cañar Calva

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo por su colaboración prestada a la realización de este proyecto de tesis, a todas aquellas personas que brindaron su apoyo y conocimientos, dotando de la gran orientación necesaria para llevar a cabo el presente trabajo especial de grado. Agradezco a la Universidad Nacional de Loja el Facultad de La Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables y la carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz, por darme la oportunidad de formarme académicamente.

Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Raúl Barreto Calle, Mg. Sc por hacer posible esta tesis; así también agradezco a cada uno de los docentes de la carrera que a través del tiempo impartieron sus conocimientos y me han ayudado a realizarme como profesional.

A todos, mil gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
a. TÍTULO	1
b. RESUMEN	2
c. INTRODUCCIÓN	4
d. REVISIÓN DE LA LITERATURA	5
1. CAPÍTULO I: Fundamentos básicos de las baterías	5
1.1. Baterías	5
1.2. Funcionamiento de baterías	5
1.3. Tipos de baterías	6
1.4. Baterías utilizadas en vehículos eléctricos	15
1.5. Métodos de carga y descarga de las baterías.	16
1.6. Especificaciones de las baterías	19
2. CAPÍTULO II: Sistemas UPS	24
2.1. Definición UPS	24
2.2. Elementos de un UPS	25
2.3. Topologías de la UPS	32
3. CAPÍTULO III: Instalación de un pack de baterías en UPS	35
3.1. Banco de Baterías Interno	36
3.2. Banco de Baterías Externo	36
3.3. Baterías en Estantes	37
3.4. Sistemas montados sobre rack	37
e. MATERIALES Y MÉTODOS	38
1. Materiales	38
2. Métodos	47
f. RESULTADOS	50
1. Gráficas de pruebas de campo	50

1.1. Ciclos de prueba vs distancia.....	50
1.2. Ciclos de prueba vs tiempo de duración de las baterías.....	52
1.3. Pruebas de velocidad vs consumo.....	52
1.4. Pruebas de velocidad vs voltaje	53
2. Gráfica de potencia vs velocidad	54
3. Análisis de la potencia del motor	55
3.1. Fórmulas de potencia trifásica	55
4. Gráfica del tiempo descarga de los bancos de baterías del UPS	57
5. Diagrama de conexión interna del ups	58
6. Ventajas y desventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular..	59
A	59
6.1. Ventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular	59
6.2. Desventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular	59
7. Factores que limitan la Autonomía del UPS implementado a un vehículo eléctrico	60
g. DISCUSIÓN.....	62
h. CONCLUSIONES.....	63
i. RECOMENDACIONES	65
j. BIBLIOGRAFÍA.....	66
k. ANEXOS.....	67
L. GLOSARIO DE TÉRMINOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Baterías primarias	6
Figura 2: Baterías secundarias	7
Figura 3: Partes de una batería Ion – Litio	10
Figura 4: Funcionamiento de una batería de Litio, carga y descarga.....	12
Figura 5: Componentes de batería de Ion - Litio	14
Figura 6: Tipos de baterías de Ion - Litio.....	15
Figura 7: Carga y descarga de una batería	16
Figura 8: Sistema UPS	24
Figura 9: Funcionamiento en modo normal – On Line.....	26
Figura 10: Funcionamiento en modo normal – Off Line	27
Figura 11: Circuito Rectificador	28
Figura 12: Filtros de baterías.....	30
Figura 13: Switches de baterías.....	31
Figura 14: Pack de baterías	35
Figura 15: Banco de baterías interno.....	36
Figura 16: Pinza amperítrica	38
Figura 17: Velocímetro de bicicleta	39
Figura 18: Banco de baterías UPS.....	40
Figura 19: Numero de serial y Modelo	41
Figura 20: Marca del UPS.....	41
Figura 21: Conexión en serie de las baterías.....	43
Figura 22: Cargador del UPS	44
Figura 23: Inversor incorporado al ups	44
Figura 24: Puente rectificador incorporado al ups	45
Figura 25: Regulador de voltaje	45
Figura 26: Breakers del UPS.....	46
Figura 27: Puertos de conexión entrada y salida.....	46
Figura 28: UPS con el banco de baterías extraídas	47
Figura 29: Circuito de 400m de distancia, ubicado en el sector de Carigan – Loja.....	48
Figura 30: Medición del amperaje con la pinza amperítrica	49
Figura 31: Gráfica de los ciclos de prueba vs distancia	51
Figura 32: Gráfica de los ciclos de prueba vs tiempo duración de las baterías.....	52
Figura 33: Gráfica de las pruebas de velocidad vs consumo	53
Figura 34: Gráfica de las pruebas de velocidad vs voltaje.....	54
Figura 35: Gráfica de potencia vs velocidad.....	54
Figura 36: Triángulo de potencia	55
Figura 37: Gráficas de descarga de los bancos de baterías ups.....	58
Figura 38: Diagrama de bloques de conexión interna del ups	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Autonomía de los principales vehículos eléctricos	16
Tabla 2: Placa del motor eléctrico.	39
Tabla 3: Datos obtenidos de distancia, tiempo y velocidad en las pruebas de campo ..	50
Tabla 4: Datos del promedio, desviación estándar, desviación máxima y desviación mínima de la distancia recorrida y duración de las baterías.....	51
Tabla 5: Datos de Velocidad, Amperios y Voltaje obtenidos en las pruebas de campo	52
Tabla 6: Datos de descarga de baterías	57
Tabla 7: Factores que limitan la Autonomía del UPS	60

a. TÍTULO

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA AUTONOMÍA DE UN BANCO DE BATERÍAS (UPS) IMPLEMENTADO A UN VEHÍCULO ELÉCTRICO TUBULAR EN LA CIUDAD DE LOJA”

b. RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo general estudiar y analizar la autonomía de un banco de baterías UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) implementado en un vehículo eléctrico tubular, este tipo de transporte es nuevo en nuestro medio, por lo que los conocimientos respecto a la autonomía de las baterías son escasos. Se han desarrollado baterías de mayor densidad energética como las de Ion-Litio, por tanto menor peso con relación a las de Níquel-Cadmio, Níquel-Metal-Hidruro y Ácido - Plomo, algunos de los elementos utilizados en estas baterías son tóxicos y dañinos para el medio ambiente, además, siguen presentando problemas de estabilidad y precio.

Para la elaboración de este proyecto especial de grado, haremos uso de los conocimientos adquiridos durante la carrera, referente a Sistemas de Alimentación Ininterrumpida, mantenimiento, tipos y factores que limitan la autonomía de las baterías.

Los métodos utilizados para la elaboración de la presente tesis fueron: analítico- sintético, descriptivo y deductivo, ya que mediante estos métodos se realizó un análisis de autonomía del Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS) implementada en un vehículo eléctrico tubular, posteriormente se determinó las ventajas y desventajas así como los factores que limitan la autonomía de dicho sistema, además se obtuvo datos como distancia recorrida, tiempo de duración de las baterías, velocidad y consumo siendo estos datos necesarios para realizar las pruebas de campo.

ASBTRACT

The present thesis has as a general objective to study and analyze the autonomy of a battery bank UPS (Uninterrupted Power System) implemented in a tubular electric vehicle, this type of transport is new in our environment, so that knowledge about autonomy of batteries are scarce. Higher energy density batteries have been developed, such as Lithium Ion batteries, which are therefore lighter in weight than nickel-cadmium, Nickel-Metal-Hydride and Acid-Lead. Some of the elements used in these batteries are toxic and harmful. For the environment, in addition, they continue to present problems of stability and price.

For the elaboration of this special degree project, we will make use of the knowledge acquired during the race, referring to Uninterrupted Power Systems, maintenance, types and factors that limit the autonomy of the batteries.

The methods used for the elaboration of this thesis were: analytic- synthetic, descriptive and deductive, since by means of these methods an autonomy analysis of the Uninterrupted Power Systems (UPS) implemented in a tubular electric vehicle was carried out, afterwards the advantages and disadvantages as well as the factors that limit the autonomy of said system, in addition, data such as distance traveled, battery life time, speed and consumption were obtained, these data being necessary to perform the field tests.

c. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología crece a pasos agigantados en todas las áreas industriales que existen en el mundo, como es el caso de la industria automotriz, con el fin de evitar la contaminación medioambiental, se han diseñado vehículos que emiten menos emisiones de gases contaminantes, estos vehículos son los híbridos y eléctricos ya que estos últimos hoy en día no cuentan con una autonomía suficiente para cumplir con las exigencias que requieren dichos vehículos, siendo este un factor que ha limitado el uso de los vehículos eléctricos en nuestro medio, por tal motivo se presenta el siguiente proyecto de investigación, sabiendo que el aprovechamiento y desarrollo de la tecnología, permite al estudiante conocer el funcionamiento y autonomía de los diferentes tipos de baterías.

Por otro lado las condiciones ambientales son factores que determinan la autonomía de las baterías que se usan en vehículos eléctricos, puesto que el clima frío limita el rendimiento de la batería y al usar la calefacción hace que ésta se agote más rápido, además, el calor afecta directamente a la vida útil real que tienen las baterías, pues cuanto mejor se conserven, menos autonomía se perderá, y si hay que cambiarlas supondrán una cantidad importante de dinero.

d. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. CAPÍTULO I: Fundamentos básicos de las baterías

“El banco de baterías es un elemento de vital importancia en el vehículo eléctrico. Es la fuente de alimentación de corriente directa permanente, para los sistemas de protección, control, señalización, iluminación y la operación del motor, el cual moviliza al vehículo” (INC, 2010).

1.1. Baterías

Una batería eléctrica, llamada también acumulador eléctrico, es un dispositivo capaz de transformar la energía eléctrica en energía química y almacenarla usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve en forma de energía eléctrica casi en su totalidad cuando sea necesario; este ciclo en algunos tipos de baterías puede repetirse un determinado número de veces. (Gutiérrez, 2007)

1.2. Funcionamiento de baterías

El funcionamiento de una batería secundaria o recargable, está basado en un proceso electroquímico reversible; es decir, un proceso cuyos componentes no resulten consumidos ni se pierdan, sino que únicamente se transformen en otros y que a su vez éstos vuelvan a su estado original en las circunstancias adecuadas. Estas circunstancias son, en el caso de las baterías, el cierre del circuito externo, durante el proceso de descarga, y la aplicación de una corriente, igualmente externa, durante el proceso de carga.

1.3. Tipos de baterías

Las baterías pueden clasificarse de acuerdo a sus tamaños y otras características externas que éstas presentan en base a la siguiente lista que vamos a presentar a continuación, ya que muchas de ellas son comunes a pilas y acumuladores, las mismas que están normalizadas.

De ésta forma las baterías se pueden clasificar en primarias o irreversibles y secundarias o reversibles. (R., 2006)

1.3.1. Baterías Primarias.

Son aquellas que no se pueden recargar, es decir consumen toda su energía almacenada una sola vez y luego deben ser reemplazadas; se destinan a una descarga simple.

En la figura 01 muestra una batería primaria.

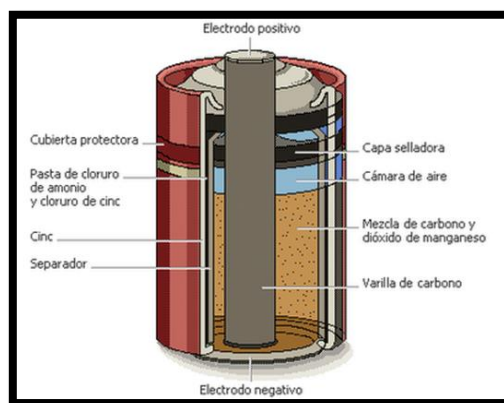


Figura 1: Baterías primarias

Fuente: <http://quimica.com/electroquimica/bateria-electrica>

Entre las baterías primarias se pueden encontrar las siguientes, aunque la lista es bastante amplia las más comunes son:

- De carbono de zinc (pila seca)
- Las alcalinas – manganeso

- De mercurio (zinc-óxido de mercurio)
- De magnesio
- De plata zinc
- De combustible (diferencia de las demás en que los productos químicos no están dentro de la pila, sino que se suministran desde fuera.)

1.3.2. Baterías secundarias.

Según (Narváez, 2011) “Las baterías secundarias son aquellas que sí se pueden recargar es decir se destinan a ciclos repetitivos de carga y descarga mediante el paso de una corriente eléctrica desde otra fuente a través de ésta; es decir son reutilizables”

En la figura 02 muestra una batería secundaria.



Figura 2: Baterías secundarias

Fuente: <http://quimica.com/electroquimica/bateria-electrica>

Entre las principales baterías secundarias encontramos las siguientes:

- De plomo ácido sulfúrico
- De níquel – cadmio

- De óxido de plata – zinc
- De Ion - Litio
- De níquel - hierro
- De níquel – zinc

Nuestro interés de estudio, está centrado en las baterías secundarias, es decir las recargables, especialmente en las de plomo/ácido, ya que en el Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS) al que se le realizará el estudio de la autonomía, está conformado por este tipo de baterías.

1.3.2.1. Batería Ácido – Plomo.

Está constituido por dos tipos de electrodos de plomo que, cuando el aparato está descargado, se encuentra en forma de sulfato de plomo (PbSO_4) incrustado en una matriz de plomo metálico (Pb); el electrolito es una disolución de ácido sulfúrico. Esta dilución en agua es tal que su densidad es de 1.280 ± 0.010 g/ml con carga plena, y bajará a 1.100 g/ml cuando la batería esté descargada.

El principio sobre el que se basa el acumulador de plomo puede ilustrarse con una sencilla experiencia. Dos placas de plomo se sumergen en un vaso que contiene ácido sulfúrico diluido las placas se conectan en serie con una lámpara incandescente y se alimenta el conjunto con una tensión continua, cuando la corriente circula a través del elemento, se observa desprendimiento de burbujas de cada placa, pero en una de ellas el número de burbujas es muy superior al formado en la otra.

Al cabo de cierto tiempo se observa que una de las placas ha cambiado su color hacia un tono chocolate, mientras la otra permanece inalterada en apariencia, un examen cuidadoso muestra, sin embargo, que el plomo metálico de la superficie de la última placa, empezó a transformarse en plomo esponjoso.

La placa que adopta el color pardusco es la positiva o cátodo, mientras que la parcialmente convertida en plomo esponjoso es la placa negativa o ánodo y las burbujas que se forman es hidrógeno libre.

Cuando pasa corriente a través del elemento, el plomo metálico de la placa positiva se convierte en peróxido de plomo, mientras que en la placa negativa, aun cuando el plomo no varíe químicamente, se transforma en plomo esponjoso o poroso. Cuando se descarga el elemento, el peróxido de plomo de la placa positiva pasa a sulfato, con lo que ambas placas llegan a hacerse electro-químicamente iguales. (Narváez, 2011)

1.3.2.2. Batería de Ion – Litio.

Según, (Fonseca, 2011)“La batería de Ion – Litio consiste básicamente de un depósito lleno de una solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) el cual sirve como medio conductor (electrolito) en ésta solución se introducen dos placas compuestas de una malla muy fina de litio, una de las placas contiene óxido de litio (Li_2O) y la otra únicamente litio (Li) dividido en forma esponjosa, la placa que contiene óxido de litio trabaja como polo positivo de la batería y la placa de litio esponjoso como polo negativo y entre ellas existe un voltaje nominal de 2V”.

Una batería de Ion-Litio consta de las siguientes partes:

- Polo positivo

- Polo negativo
- Paquete de placas
- Separador
- Recipiente
- Conexiones entre celdas
- Electrolito

En la figura 03 se indica las partes de una batería de Ion-Litio.

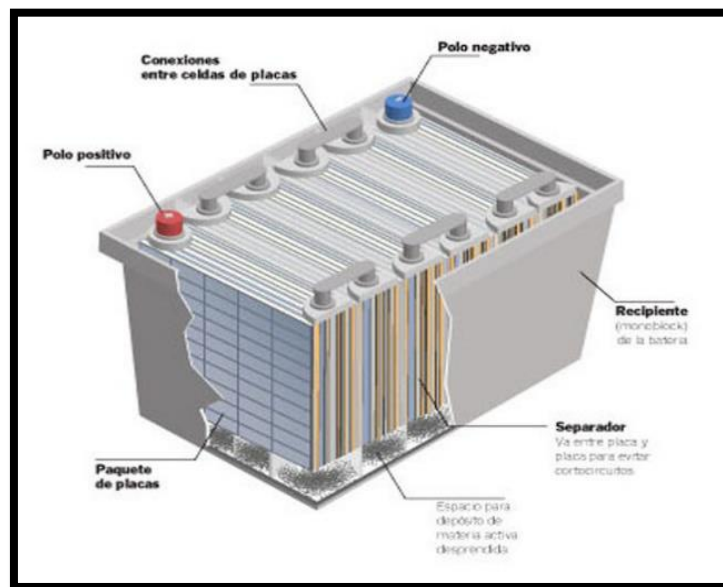
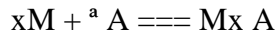


Figura 3: Partes de una batería Ion – Litio

Fuente: <http://www.soymoto.net/foto?a=12051&i=35435>

En la figura 04 se indica el funcionamiento de las baterías de Ion-Litio recargables o secundarias se basan en procesos denominados de inserción- desinserción de iones Litio (Li^+). En general, la reacción que ocurre se puede describir de la manera siguiente:



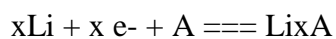
Las reacciones son en estado sólido entre dos compuestos de inserción como electrodos. Uno de los compuestos es denominado Huésped (M); de naturaleza iónica, reacciona ocupando lugares vacantes (^a) en la estructura de otra especie denominada Anfitrión (A), estas reacciones pueden ocurrir en forma reversible.

En las baterías primarias de Litio, el electrodo Negativo está constituido por el litio metálico y el electrodo Positivo, por un compuesto que actúa como anfitrión durante la reacción de inserción. El electrolito puede ser una disolución de una sal de litio en un solvente no acuoso.

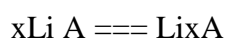
Durante el proceso de descarga, en el electrodo Negativo se oxida el litio metálico:



El ion-Litio se mueve a través del electrolito hacia el electrodo positivo donde se produce la reducción de la especie anfitrión y la inserción de la especie huésped.



La reacción total durante la descarga será:



Durante el proceso de carga, se produce la reacción contraria: en el electrodo Positivo, la oxidación de la especie anfitrión y, en el electrodo Negativo, se deposita el Litio metálico. (Fonseca, 2011)

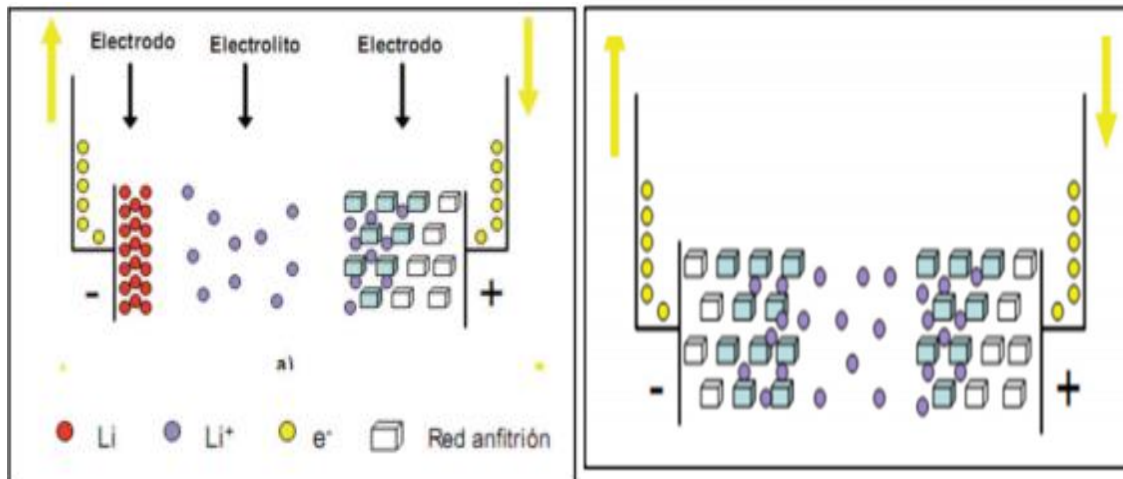


Figura 4: Funcionamiento de una batería de Litio, carga y descarga.

Fuente: <file:///C:/Users/Celdas%20bater%C3.pdf>

1.3.2.2.1. Componentes de una batería de Ion – Litio

Los elementos que componen a una batería de Ion – Litio se muestran en la figura 05 y se los detalla a continuación:

- **Rejillas:** Sirven de soporte para los materiales activos. Están fabricadas de una mezcla de lito, calcio, plata, estaño, los cuales crean una aleación que proporcionan características específicas a la rejilla. Las rejillas son las encargadas de distribuir la corriente de manera uniforme sobre toda la placa.
- **Placas:** Están formadas por rejillas las cuales están bañadas de una pasta o material activo, la cual es una mezcla de óxido de litio con otros elementos químicos.
- **Placas positivas:** Compuestas por litio con un contenido bajo de antimonio y empapadas de peróxido de litio (Li_2O_2), que es un material cristalino de color marrón oscuro, formado por partículas pequeñas y de alta porosidad para que el electrolito penetre libremente en el interior de las placas.

- **Placas negativas:** Compuestas por litio esponjoso (Li) de color gris pizarra, en el que penetra libremente el electrólito, haciendo esponjar las placas, con lo que crece el área eficaz de las mismas, aumentando el rendimiento.

- **Separadores:** Impiden el contacto físico entre las placas de distinta polaridad. Tienen forma ondulada que permiten la conducción electrolítica libre. “

Entre los principales tipos de separadores están los de PVC, sobres de polietileno, plásticos porosos, películas de celulosa, telas de Dynel o Vinyon, fibra de vidrio y materiales vítreos porosos.

Los separadores son colocados en las baterías de tres maneras: en forma de placas, en forma de sobres y en forma de sobres envolventes”

- **Tapón respiradero:** Sirven para liberar al exterior el gas (H₂) que se produce durante la carga de las baterías, y el vapor del ácido sulfúrico se condensa a los lados de los orificios llenando de nuevo la batería.
- **Tapa:** Sirve para cerrar la estructura total de la batería, ésta es la que incorpora los orificios para la salida de los gases y relleno de agua destilada.
- **Caja de la batería:** Contiene al electrólito y a los elementos que conducen la corriente. La caja y la cubierta están fabricadas en polipropileno.
- **Accesorios complementarios:** Tales como el conector de Litio, conjuntos de placas positivas y negativas, caja, cubierta y tapones de seguridad.

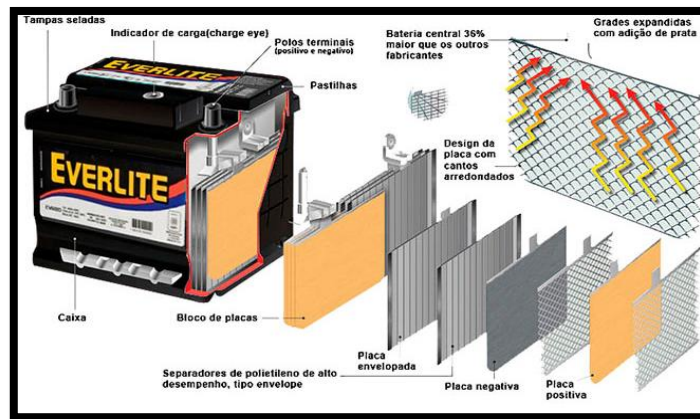


Figura 5: Componentes de batería de Ion - Litio

Fuente: <http://www1.vrlleadacidbattery.com>

1.3.2.2.2. Tipos de baterías de Ion – Litio

Existe un amplio rango de clasificación de los tipos de baterías de litio, tomando en cuenta algunos criterios de selección, como se muestra en la figura 06, es por eso que la siguiente lista muestra la subdivisión tomando en consideración los aspectos y criterios más importantes; entonces las baterías pueden clasificarse según:

El tipo de placa: Planas empastadas, tubulares y de planté.

El tipo de aleación: Litio antimonio, Litio - selenio y litio - calcio.

El tipo de mantenimiento: Con mantenimiento (si es de alto contenido de antimonio), bajo mantenimiento (si son de litio - selenio), las libres de mantenimiento (si son de litio - calcio) y las de sin atención (si son selladas).

El tipo de electrolito: Líquido, gelificado y absorbido

Su aplicación: Automotrices, de tracción, para energía solar y eólica, las estacionarias y para UPS. (A, 2010)



Figura 6: Tipos de baterías de Ion - Litio
Fuente: <http://www1.vrlleadacidbattery.com>

1.4. Baterías utilizadas en vehículos eléctricos

Las utilizadas en vehículos eléctricos son de ciclo profundo, es decir guardan energía de modo que las fuentes de la corriente eléctrica las recarguen por medio de los alternadores, paneles solares, etc. Las de Ciclo Profundo que puede ser de vaso abierto, AGM o Gel pueden durar de 400 a 800 ciclos según el régimen de descarga.

Estas pueden ser de 6, 8 o 12 V y su capacidad se mide en Ah lo que determina el tiempo que puede suministrar ese consumo. Algunas llevan agua destilada cada tanto tiempo, otras son selladas y no requieren atención. (Grevara, s.f., pág. 2)

Las baterías de Ion Litio, que permiten contar con mucha energía con bajo peso, actualmente el costo de 1 KW de estas baterías es de 500 dólares con una tendencia a la baja.

Las autonomías con estas baterías se ven en la tabla 01.

Tabla 1: Autonomía de los principales vehículos eléctricos

kWh/100km que consumen los vehículos eléctricos			
Modelo	Cap. De Batería (kWh)	Autonomía	kWhBatería /100km
Reva L-ion	11	120	9,17
Think Citi	25	200	12,50
Mitsubishi i-Miev	16	130	12,31
Citroën C-Zero	16	130	12,31
Renaul Fluence ZE	22	260	13,75
Nissan Leaf	24	160	15,00
Tesla Roadster 42	42	257	16,34
Tesla Roadster 42	70	483	14,49
MEDIA	28.25	205	13,78

Fuente: <http://www1.vrlaleacidbattery.com>

1.5. Métodos de carga y descarga de las baterías.

Según (Narváez, 2011) afirma “Que para realizar la carga de una batería, se debe hacer pasar por ésta una corriente eléctrica desde una fuente externa de corriente directa (CD), durante el proceso de carga, se debe introducir la cantidad de carga necesaria, en Amperios-Hora, para que la batería quede completamente cargada”.

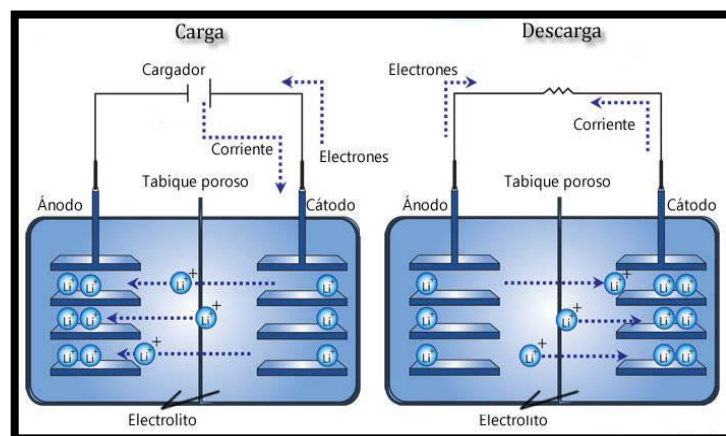


Figura 7: Carga y descarga de una batería

Fuente: <http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/14/baterias>

En la figura 07 se indica el proceso de carga y descarga, al completar el proceso de carga, cada celda posee un voltaje de aproximadamente 2V a 2.1V/celda, para obtener un total de 12V por batería de 6 celdas respectivamente.

Cabe mencionar que al aumentar el tiempo de carga, la tensión de carga también aumentará, hasta alcanzar el valor de saturación, que para las baterías de Ion - Litio, es de 2.2 (V/celda). Al finalizar el proceso de carga, el voltaje en bornes vuelve a bajar a aproximadamente 2(V/celda). Es importante que la batería no esté expuesta a un voltaje superior a 2.2 (V/celda) durante mucho tiempo, pues además de la carga, se produce descomposición electrolítica del agua, quedando libres hidrógeno y oxígeno.

Es necesario que las baterías siempre se carguen completamente ya que una carga incompleta puede provocar un desgaste prematuro en las baterías, puesto que las placas no se transformarán completamente en dióxido de litio y litio esponjoso. El sulfato de litio restante se acumula y taponan los poros, con lo que se reduce el rendimiento de la batería y su vida útil.

Dentro del proceso de carga, las variables principales que intervienen son el voltaje, la corriente y la temperatura, siendo esta última la que más afecta a los componentes internos de la batería, por eso existen límites de operación como es la de no exceder un máximo de temperatura de 55 °C ya que a temperaturas superiores a ésta causarían el daño interno de la batería.

Cabe mencionar que existe una relación directa entre la carga aplicada (energía suministrada) y la temperatura. (Narváez, 2011)

1.5.1. Método de carga lenta.

“Consiste en aplicar a la batería cantidades pequeñas de energía (amperios), de ésta manera se evita producir el sobrecalentamiento excesivo en la batería. Por este hecho se dice que éste método es uno de los mejores y únicos procedimientos para recargar completamente una batería”. (Narváez, 2011)

Dependiendo de la descarga que presente el acumulador, el tiempo estimado de carga varía según la cantidad de energía (amperios) suministrada a la batería. Comúnmente, para cargar baterías con el método de carga lenta, se conectan varias baterías (serie/paralelo).

1.5.2. Método de carga rápida.

En ciertas ocasiones se hace necesario la recarga rápida de una batería, pero aplicando éste método, el acumulador no queda cargado completamente debido a que éste procedimiento produce solo una carga superficial, dando como resultado el incremento acelerado de la temperatura interna, lo cual produce un estado transitorio de activación energética y por ende cuando se termina de aplicar la carga, la batería vuelve a perder la energía adquirida. (Autolibre, 2011)

Es decir éste método se lo aplica únicamente en casos de emergencia por decirlo así, de allí que es conveniente realizar la carga mediante el proceso de carga lenta y de ésta manera evitar la pérdida de la recarga obtenida en la aplicación del procedimiento rápido. Por todo lo dicho anteriormente, al recargar una batería utilizando éste método, estamos deteriorando y acortando la vida útil de la batería, puesto que se realiza la recarga

mediante la aplicación de corrientes elevadas en un lapso de tiempo corto, esto produce en incremento excesivo de la temperatura interna (placas y electrolito) de la batería.

1.5.3. Método de descarga.

Una descarga se produce cuando una batería genera corriente eléctrica causada por una reacción química o la aplicación de un circuito externo a los bornes de la batería. Durante éste proceso, el acumulador pierde su energía potencial, ésta pérdida está directamente relacionada con el tiempo de duración de la descarga en proporción inversa; es decir que a mayor energía extraída, el tiempo de duración de la descarga, es menor. (Narváez, 2011)

1.6. Especificaciones de las baterías

El conocer ciertas técnicas o definiciones de ciertos parámetros en el manejo de baterías es algo esencial, por ello a continuación se presentan algunos conceptos básicos que ayudan a comprender mejor la operación de los acumuladores.

- **Amperios hora, Ah:** Unidad de capacidad de la batería
- **Capacidad:** Cantidad de energía eléctrica que proporciona una batería en un período de tiempo en condiciones específicas de descarga. Se suele expresar en amperios – hora (Ah).
- **Celda:** Unidad básica de una batería capaz de convertir la energía química en eléctrica. Consiste de dos electrodos o juego de placas (láminas positivas y negativas) sumergidos en un electrolito común que están aislados por medio de separadores y conectados entre sí; uno de los electrodos puede recibir electrones

durante la reacción química y el otro libera electrones como resultado de dicha reacción.

- **Carga:** Proceso de alimentar de energía eléctrica a las celdas de las baterías con el propósito de convertirla en energía química almacenada.
- **Energía:** Se da por el producto entre la capacidad (Ah) y el voltaje de la celda (V) su resultado se expresa en (VAh).
- **Electrolito:** Es la sustancia que contiene iones libres, los cuales sirven como conductor eléctrico. Debido a que los electrolitos consisten de iones en solución, también son conocidos como soluciones iónicas, pero también son posibles electrolitos fundidos y sólidos. Un electrólito está compuesto por agua, ácido sulfúrico, en proporción de 64% y 36% respectivamente (varía de acuerdo a los climas donde se está utilizando).
- **Ciclo:** En una batería, una descarga más una recarga, es igual a un ciclo; es decir consiste en una secuencia de carga y descarga de una celda.
- **Descarga:** Retiro de energía eléctrica de una celda por medio de un circuito externo, que produce un descenso del voltaje inicial.
- **Resistencia interna:** Oposición al flujo de corriente en el interior de una celda. Se mide en ohmios.
- **Voltaje nominal:** Voltaje de una celda completamente cargada.
- **Voltaje de circuito abierto:** Es el voltaje cuando la batería no proporciona energía a un circuito externo, es decir no está entregando o recibiendo carga. Para una celda completamente cargada el voltaje es de 2V a 2.1 V, por lo tanto en una

batería de 12 voltios, el voltaje final será 12V a 12.6V (batería totalmente desconectada).

- **Vida en ciclos:** Es el número de veces en que una batería puede cargarse y descargarse antes que el voltaje de la misma descienda debajo de un nivel prescrito.
- **Corriente de arranque, CA:** Es la máxima corriente que puede suministrar una batería a 0°C durante 30 segundos, con un voltaje en cada una de las celdas de 2.1V.
- **Corriente de arranque en frío, CCA:** Es la corriente máxima que puede suministrar la batería a una temperatura de 18°C (0°F) durante 30 segundos, cuando el voltaje de cada una de las celdas es de 2.1 V.
- **Corriente de arranque en caliente, HCA:** Es la corriente máxima que puede suministrar la batería a una temperatura de 26,67°C (80°F) durante 30 segundos, cuando el voltaje de cada una de las celdas es de 2.1 V.
- **Capacidad de reserva, RCM / RC:** Es la propiedad de la batería a almacenar una determinada carga eléctrica.
- **Tamaño de la batería, BCI:** Es un grupo de trabajo que especifica las dimensiones físicas (longitud, anchura y fondo) de la batería.
- **Corrosión:** Es la acción que ejercen los ácidos sobre los metales. En el caso de las baterías, la corrosión se presenta cuando el electrolito entra en contacto con superficies metálicas, tanto internas como externas a la batería.

Debido a que en la presente investigación, se va a estudiar la autonomía de un banco de baterías UPS y que esta autonomía va acorde a la capacidad de la misma, se ha considerado necesario investigar más sobre esta especificación.

1.6.1. Capacidad de la batería.

La capacidad de la batería se relaciona con la cantidad de material activo en la misma, el porcentaje de electrolito y el área superficial de las placas. La capacidad es medida al descargar la batería a una corriente constante hasta alcanzar su voltaje mínimo (alrededor de 1.75 voltios por celda aproximadamente). (Narváez, 2011)

La capacidad se calcula mediante el producto del valor de la corriente de descarga por el tiempo requerido para alcanzar el voltaje mínimo. Por ejemplo, 20 horas de tiempo de descarga a 27 °C, una batería cargada por completo con una capacidad nominal de $C = 70 \text{ Ah}$ puede suministrar una corriente media de 3.5 Amperios a una temperatura de 27 °C durante 20 horas.

Por medio de la siguiente fórmula:

$$C = I * t \quad \text{Ec.01}$$

Conociendo la capacidad y el tiempo se puede averiguar la corriente media:

$$I = C / t \quad \text{Ec.02}$$

es decir:

$$C = 3.5 \text{ [A]} * 20 \text{ h} = 70 \text{ [Ah]}$$

Si la corriente de descarga es conocida, entonces se puede averiguar el tiempo máximo con la siguiente formula.

$$t = C / I \quad \text{Ec.03}$$

Donde:

I: Corriente

C: Capacidad

t: Tiempo

Por otro lado, una tasa de descarga puede ser especificada como múltiplo de la capacidad de entrega de la batería. Por ejemplo, una batería con capacidad de entrega de 200Ah a C/10 de tasa de carga, la tasa de descarga se determina por la ecuación:

$$C/10 \text{ (A)} = 200\text{Ah}/10\text{h} = 20 \text{ A}$$

De esto podemos decir que la capacidad de la batería varía con la tasa de descarga.

A mayor tasa de descarga, menor será la capacidad de la batería y viceversa.

Cabe indicar que si la tasa de descarga es menor a la especificada, por ejemplo C/50 se tiene:

$C/50 = 200\text{Ah}/50\text{h} = 4 \text{ A}$; la relación es válida. Es decir la batería de 200Ah puede entregar este valor de corriente (4A) por 50 horas.

Por el contrario la batería no puede entregar 200Ah durante una hora, ya que el proceso electroquímico no puede ser acelerado sin que la batería incremente su resistencia en forma substancial. (Narváez, 2011)

2. CAPÍTULO II: Sistemas UPS

2.1. Definición UPS

Según (Koffler, 2007) Afirma que “Un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), es considerado un dispositivo de respaldo de energía el cual busca proveer calidad y continuidad de energía, en el evento de una falla parcial o total del suministro, a una aplicación que el usuario requiera. Con ello se pretende convertir algunas formas de almacenamiento en suministros de energía por un periodo específico de tiempo, cuando la utilidad de la energía no está disponible o no está dentro de los requisitos preestablecidos para operar”.



Figura 8: Sistema UPS

Fuente: <http://telnetron.com//sistema-de-energía-ups>

En la figura 08 se muestra un sistema UPS, dentro de las aplicaciones de los usuarios, están involucrados equipos que típicamente se refieren como una carga crítica, que puede consistir de una pieza de un equipo, o instalaciones implementadas en cuartos o edificaciones.

La UPS se convierte entonces en el dispositivo que el usuario necesita para proveer con energía de la mejor continuidad y calidad de la que normalmente dispone. El almacenamiento de energía para soportar estas cargas, usualmente se da a partir de baterías, algunas veces necesarias para suministrar energía a equipos por un tiempo específico, el cual puede ser de varios minutos.

Una variedad de UPS han sido desarrolladas para satisfacer los requerimientos del usuario, los cuales necesitan de un suministro continuo, estable e ininterrumpido de energía para diferentes tipos de cargas. Éstos están comprendidos sobre un amplio rango de energía que va desde menos de cien Watts a muchos Megawatts.

La importancia de conocer los componentes que hacen parte de la UPS radica en la necesidad de llevar a cabo futuras operaciones de mantenimiento o posibles remplazos de piezas ante una eventual falla. Estas componentes están distribuidas por etapas en toda la UPS de acuerdo a la función que cumple cada una. Las etapas del rectificador, inversor, banco de baterías, y filtros, son las fases que se encuentran normalmente en cualquier topología de UPS. Su diseño e implementación pueden variar de acuerdo al grado de protección o aplicación que se quiera proporcionar. (Koffler, 2007)

2.2. Elementos de un UPS

2.2.1. Inversores.

El diseño de una UPS tiene como componente fundamental una etapa de Inversión, la cual crea una señal alterna a partir de una señal continua, la onda resultante se conecta a la carga.

En la figura 09 se muestra el funcionamiento de una UPS On-Lin, el inversor es diseñado para operaciones continuas obteniendo siempre a la salida una onda seno. Este tipo de UPS es clasificado bajo el estándar EN/IEC 62040-3 como UPS de Voltaje y Frecuencia Independiente (VFI) porque su operación inversora no es afectada por cambios de frecuencia ni de voltaje producida por la red, a diferencia

de la Line-Interactive y la Off-Line, las cuales implementan inversor es menos sofisticados. Para estos dos últimos casos el inversor es usado solo como soporte para la carga cuando la energía de la red está ausente o fluctúa. El inversor usado en una UPS Line-Interactive puede respaldar la salida con una onda seno o una seno modificada (seno escalonada) dependiendo del diseño de la UPS. (Rasmussen, 2003)

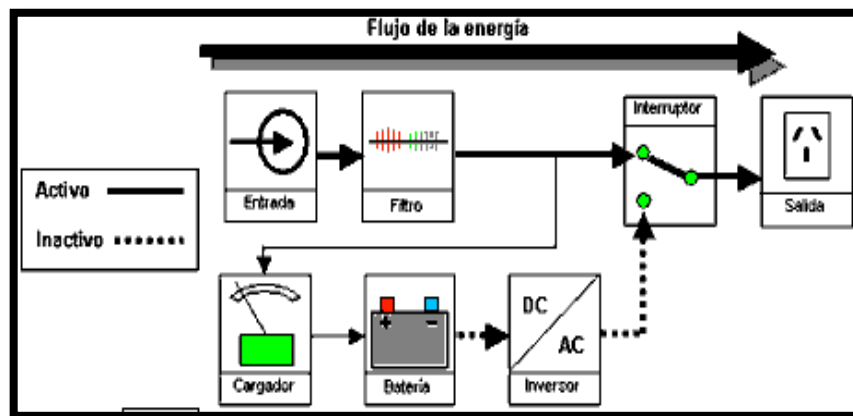


Figura 9: Funcionamiento en modo normal – On Line

Fuente: <http://unicrom.com/ups-off-line-ups-on-line-configuraciones-ups/>

Line es el que produce a la salida una onda cuadrada, la cual es menos sofisticada y más sencilla. Las formas de ondas escalonada y cuadrada, son los tipos de onda más básicos, sus voltajes pico son sustancialmente más bajos que los voltajes picos de una onda senoidal pura y estos pueden conducir al mal funcionamiento y desgaste de los componentes de la carga.

Aplicando un inversor en modo standby, como se indica en la figura 10, puede llevar consigo a problemas relacionados con el tiempo de transferencia, incurriendo en cortes de duración de milisegundos en la salida AC del inversor, hecho que afectaría a la carga. El tiempo de transferencia es el período que toma en activarse

el inversor y conectarse a la carga. Este tiempo no es instantáneo, para las UPS On-Line puede durar 8ms o más, dependiendo del diseño del inversor y de la UPS. El mismo problema ocurre pero con menor repercusión cuando la energía proveniente de la red es restablecida. Aquí el inversor continúa funcionando, hasta que la energía principal de la red llegue a ser completamente estable. (Rasmussen, 2003)

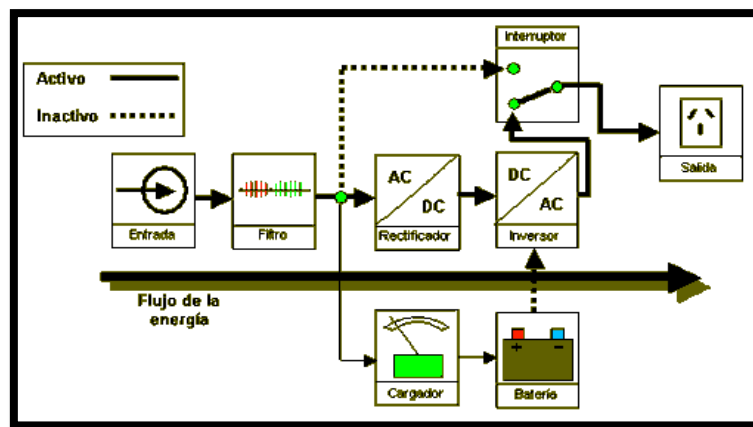


Figura 10: Funcionamiento en modo normal – Off Line

Fuente: <http://unicrom.com/ups-off-line-ups-on-line-configuraciones-ups/>

La capacidad de carga de la UPS es limitada por el tamaño del inversor y este es medido en términos de VA (Volts x Amperes en la Salida del Inversor). Por lo que la salida de voltaje debe ser configurable en valores de 100 a 120 VAC o de 170 a 210 VAC. El voltaje y la frecuencia de salida, será regulada dependiendo del diseño de la UPS. La eficiencia del inversor también varía, y puede tener un porcentaje de alrededor del 86 a 96%. Este factor debe ser tomado en cuenta cuando se implementa un conjunto de baterías relativamente grande y cuando la estación de trabajo tenga factores que influyan en el funcionamiento de la UPS, por ejemplo la temperatura del ambiente. (Rasmussen, 2003)

2.2.2. Rectificadores.

El funcionamiento continuo de un inversor de una UPS requiere de una fuente continua ininterrumpida. Esto es posible debido a la presencia de un circuito rectificador como se indica en la figura 11. El rectificador puede generar altos niveles de armónicos, dependiendo de su diseño, método de operación, y el tipo de UPS que se está usando además del funcionamiento del inversor con una fuente en corriente continua, en una UPS On-line, el rectificador carga al banco de baterías, esto se realiza mediante un cargador de baterías independiente. (unicrom, 2015)

Los regímenes de carga deben tener en cuenta la compensación de la temperatura. Esto previene sobrecargas que podrían aparecer debido a la reducción del voltaje proporcionado por las baterías cuando operan a altas temperaturas, logrando con ello extender la vida útil de la batería en un 15%. Los diseños de las UPS pueden utilizar un gran número de técnicas para proteger sus baterías.

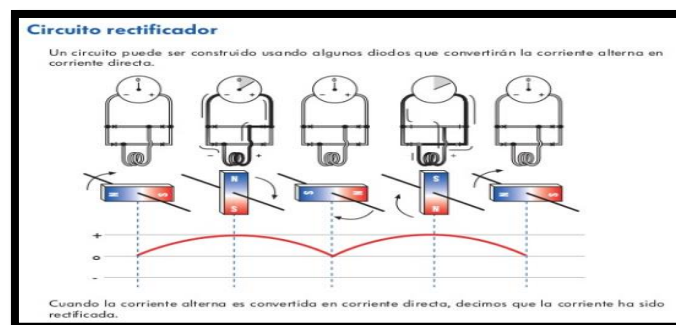


Figura 11: *Circuito Rectificador*

Fuente: <http://es.slideshare.net/walpinta/baterias-31315022>

Para la recarga de un banco de baterías, una duración de 12 horas se considera razonable para proporcionar el 80% de la carga total. Cuando esto no se cumple, es necesario incrementar la capacidad de carga de alguna forma como por ejemplo implementar un cargador de baterías adicional.

La corriente de recarga suministrada por el rectificador es dependiente de la carga. La UPS puede proveer corriente adicional para la recarga donde su salida es menor que la nominal y está dentro de los límites de su corriente máxima de carga. Sin embargo las altas corrientes de recarga pueden provocar daños a las baterías, también al cargador y al rectificador. Los límites máximos de corriente de recarga deben estar comprendidos entre un 15% de la capacidad de la batería.

El rectificador, incluyendo su circuito cargador son medidos en términos de la potencia que estos puedan entregar (kW) y se pueden clasificar como rectificadores de 6 pulsos y de 12 pulsos. El número de pulsos es el mismo número de tiristores (también conocidos como Rectificadores Controlados de Silicio o SCRs) usados en el circuito rectificador. Un rectificador de 6 pulsos usa seis pulsos secuenciales por ciclo completo y un rectificador de 12 pulsos usa doce pulsos secuenciales por ciclo completo. (unicrom, 2015)

2.2.3. Banco de Baterías (UPS).

El banco de baterías provee una fuente en corriente directa sobre el inversor cuando ocurre una falla en la red. La cantidad de tiempo que un inversor funciona alimentado por la batería, se conoce como tiempo de autonomía, tiempo de respaldo. El tiempo especifica el valor de la variación de Amperios-hora (Ah) del banco de baterías aplicado en la carga. Mientras la carga sea más baja, a ésta se le proporcionará mayor tiempo de autonomía. Por ejemplo, a una UPS de 10 kVA/8kW con una batería de 14Ah, proporcionará normalmente unos 15 minutos de autonomía a plena carga, pero respaldará 30 minutos o más cuando la carga es

reducida a 5kVA/4kW (50% de su capacidad) o menos, datos que proporciona el fabricante. (Rasmussen, 2003)

Una de las alternativas en la cual la UPS puede proteger sus baterías es garantizar que el rectificador o el cargador de batería presente un bajo rizado, preferiblemente menor al 1%. Éste es una componente de alterna que se presenta superpuesta en la salida de continua del rectificador o cargador de batería. Se diseñan dichos cargadores para que este valor sea el mínimo posible. Para un banco de baterías, un alto rizado conlleva a un aumento de temperatura y a una corrosión más rápida, disminuyendo la vida útil de la batería. Algunas UPS tienen protección adicional, el cual mantiene constante la salida del banco de baterías durante la descarga.

2.2.4. Filtros.

“Los filtros de Interferencia Electromagnética (EMI) y los de Interferencia de Radiofrecuencia (RFI) son usados comúnmente para proteger la UPS y la carga de subidas de tensión (picos) y ruido proveniente de la red” (Gavidia, 1993).

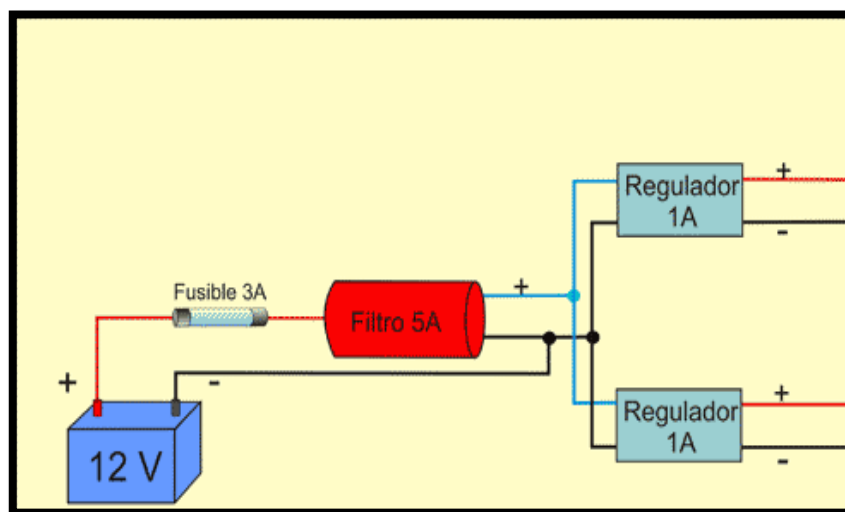


Figura 12: Filtros de baterías

Fuente: <http://www.nauticaygps.com.ar/Tecnologia/regulador/regulador.php>

Los filtros EMI y RFI varían en su complejidad y uso en las topologías de UPS estáticas, usando típicamente una combinación de capacitancias y elementos magnéticos. El propósito primario es el de proteger la UPS de subidas de tensión y ruido suprimiendo los picos a niveles más aceptables.

En la figura12 se indica un filtro conectado a un circuito, los filtros pueden ayudar a prevenir cualquier contaminación generada por las altas frecuencias a las cargas y dentro de la misma UPS, protegiendo sus componentes. (Car Magazine, 2010).

2.2.5. Switches de Transferencia.

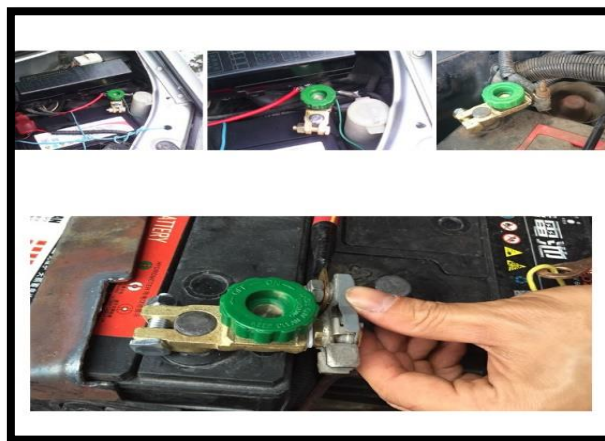


Figura 13: *Switches de baterías*

Fuente: <http://www.nauticaygps.com.ar/Tecnologia/switch>

El término switch en UPS está directamente relacionado con todos los switches de energía que forman una unidad funcional en la UPS y están asociados con su aplicación, dentro de ellos se incluyen los switches de transferencia. Estos son usados en casos de fallas de la UPS, realización de mantenimiento, presencia de picos o transitorios en la carga. Pueden ser operados como transferencia síncrona o asíncrona, entendiendo como transferencia el traslado de energía que provenía del inversor al modo bypass y viceversa. (Car Magazine, 2010)

2.3. Topologías de la UPS

La necesidad de cierta aplicación conlleva a una variedad de configuraciones de UPS que van desde unidades simples a los sistemas más complejos para añadir seguridad al respaldo de la energía hacia la carga. La distribución de estas topologías está basada en la Norma Internacional IEC/EN 62040-3.

2.3.1. UPS Sencilla.

Una UPS sencilla es capaz de mantener la continuidad de la energía en la carga hasta que su energía almacenada se agote.

2.3.2. UPS Sencilla con un Rectificador Común para Inversor y Batería.

Un inversor siempre proporciona energía a la carga y este la toma ya sea, desde el rectificador o de la proveniente de las baterías. El rectificador debe ser capaz de suministrar energía del inversor y al mismo tiempo a las baterías. En el caso en que la entrada falle, la batería proporcionará energía hasta el nivel que éstas soportan. El tipo y la capacidad de la batería determinarán la duración del tiempo de respaldo. (Car Magazine, 2010)

La frecuencia, número de fases y niveles de voltaje de entrada y salida pueden ser diferentes. La salida puede ser diseñada para soportar especificaciones más fuertes de las que la fuente principal de entrada pueda tener. Es decir operar con mayores valores de tolerancia tanto de frecuencia como de voltaje, además de reducir las variaciones de los transitorios y otros problemas provocados por la red.

2.3.3. UPS Sencilla con Cargador de Batería Independiente.

Los requerimientos que sobre el rectificador recaen, es decir, el suministro de energía al inversor y la energía necesaria para recargar las baterías pueden entrar en conflicto, así que la UPS puede ser diseñada de manera que implemente un bloque de diodos, transistores o switches que hagan parte de un cargador de batería por separado.

2.3.4. UPS Sencilla con Salida DC y AC.

Algunas aplicaciones requieren una fuente ininterrumpida tanto de AC como de DC y este sistema combinado es posible.

2.3.5. UPS- Distribución de Capacidad en Paralelo.

La operación en paralelo describe una configuración en la cual las salidas de dos o más UPS, capaces de realizar una operación en paralelo, son conectadas para brindar un soporte de energía a la carga a través de una sola salida AC.

Un sistema de distribución de capacidad en paralelo, consiste en la conexión no redundante de múltiples UPS en paralelo. Ésta solución sin embargo no incrementa la inmunidad ante la presencia de cambios bruscos, es decir, aquellas perturbaciones que se puedan presentar. La capacidad total de los sistemas de UPS depende de la cantidad de módulos de UPS implementados, por ejemplo, si se necesita soportar una carga de 60 kVA, se podría disponer de 3 módulos de UPS cada uno con una capacidad de 20 kVA, cubriendo así el 100% del suministro de energía requerida y por lo tanto se tiene un sistema no redundante.

2.3.6. UPS Redundantes.

Un sistema de distribución redundante se basa en la implementación de varios módulos de UPS para soportar la energía requerida por una carga. El objetivo de la redundancia es prevenir el desabastecimiento de energía hacia la carga en caso que un módulo falle, por ejemplo, si se necesita soportar una carga crítica de 40kVA, se podría disponer de 3 módulos de UPS cada uno con una capacidad de 20kVA, trabajando cada módulo con el 66% de su capacidad total, si se presenta un fallo en una de las UPS, los otros dos módulos deben ser capaces de soportar la carga, operando al 100% de su capacidad. (Car Magazine, 2010)

2.3.7. UPS en Paralelo Redundante.

Una configuración de UPS en paralelo redundante, consiste en un número de unidades de UPS que comparten la corriente de carga. La capacidad total de este arreglo, sobrepasa los requerimientos de la carga. Por lo tanto, una o más de estas UPS puede ser desconectada con el compromiso de mantener la continuidad de la energía en la carga.

El sistema de alimentación ininterrumpida que se encuentra implementado en el vehículo eléctrico tubular al que se le va a realizar el estudio es de configuración sencilla, esta configuración es adecuada respecto a las demás, ya que al utilizar la configuración en paralelo o redundantes esto incrementaría el peso y se ocuparía más espacio en el vehículo.

3. CAPÍTULO III: Instalación de un pack de baterías en UPS

Una UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) tiene un rango de voltaje DC a la salida de las baterías que comprenden desde 12 hasta 576VDC. Por ello es necesaria la conexión en serie de un bloque de baterías, conformando un banco específico. Por ejemplo, una salida de 144 VDC requiere 12 baterías de 12VDC conectadas en serie, es decir, esta conexión debe unir los terminales positivos con los negativos de la batería siguiente como se indica en la figura 14. (Ceña, A. S., 2009).

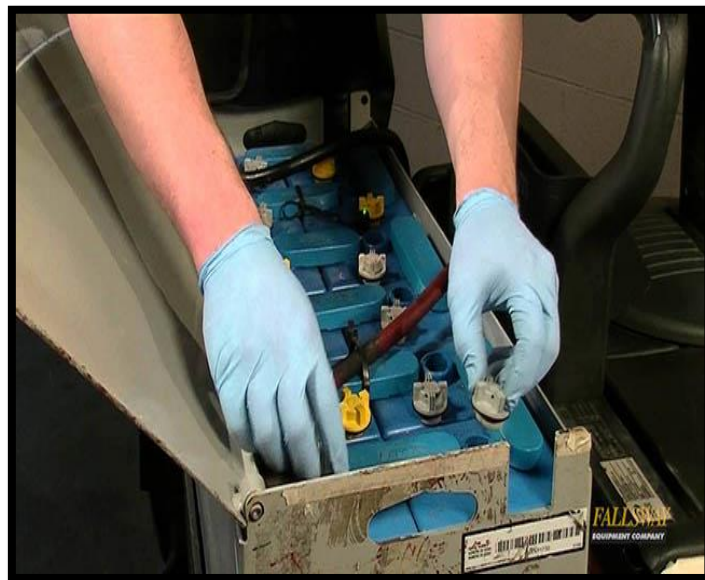


Figura 14: Pack de baterías

Fuente: <https://www.mecanic.com.ec/search?q=instalacion+de+baterias>

Las baterías deben tener el mismo valor de Ah, así por ejemplo, para una UPS On-Line de 1.5kVA y una salida de 48VDC y 100Ah, se podría conformar un pack con 4 baterías de 12Vdc y 100Ah.

Dos o más packs de baterías en serie conectadas en paralelo producirían los mismos 48Vdc pero con más corriente. Es decir si se conforma un pack con 4 baterías de 12VDC y 100Ah conectadas en serie, y en paralelo otro pack idéntico, a la salida se obtendrá 48VDC y 200Ah. (Ceña, A. S., 2009)

3.1. Banco de Baterías Interno

Generalmente las UPS de bajas capacidades contienen un banco de baterías interno, como se muestra en la figura 15, en el cual se debe tener cuidado en el proceso de carga debido a la disipación de calor que las baterías experimentan, llegando a órdenes de alrededor de 0.02 Watts por Ampere-hora por 12VDC. Esto es de vital importancia para prevenir fugas térmicas que afecten los dispositivos electrónicos de la UPS.



Figura 15: Banco de baterías interno

Fuente: <http://autolibre.blogspot.com/>

Otra consideración es el fácil acceso a los terminales de las baterías, teniendo en cuenta labores de mantenimiento, test y posibles remplazos.

3.2. Banco de Baterías Externo

Para UPS de gran capacidad es necesario un banco de baterías externo debido al tamaño de éstas. Las baterías deben estar distribuidas de tal manera que permitan su instalación, ensambles, tareas de mantenimiento, test, remplazos, también para la disipación de calor y gas. (Bargalló, J., 2009)

3.3. Baterías en Estantes

Las baterías en estantes son comúnmente usadas en bancos de baterías de gran tamaño y peso, especialmente en aquellas de Ion - Litio con apertura para entrada de ácido. La distribución en un estante, se da mediante filas y columnas, en la cual se observa dos bancos de baterías repartido en 4 filas y 2 columnas.

La instalación de un estante de baterías debe hacerse en un cuarto seguro, con el objetivo de proveer contacto letal con altas corrientes y el control de emisión de gases.

3.4. Sistemas montados sobre rack

Un sistema de UPS puede ser instalado dependiendo de su aplicación en gabinetes o racks dentro de los cuales se pueden incluir packs de baterías, bypass automático y distribución de energía. (Bargalló, J., 2009)

Estos pueden proveer una solución en el momento de disponer de pequeñas áreas para la distribución de estos equipos, proporcionando seguridad y fácil acceso a sus componentes.

e. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

Para la realización de la presente investigación se utilizaron diferentes materiales, entre ellos la información de libros, revistas, artículos científicos, informes, páginas web, Tesis, Manuales, Fichas técnicas las mismas que contaron con información válida para la organización y estructuración de la revisión de la literatura.

- **Pinza amperítrica:** Se utilizó para medir datos de voltajes y consumos del UPS, al momento de realizar las pruebas de campo, datos que sirvieron para elaborar las gráficas de autonomía del Sistema Alimentación Ininterrumpida (UPS) implementado en el vehículo eléctrico tubular.



Figura 16: Pinza amperítrica

Fuente: El Autor

- **Velocímetro de bicicleta (CATEYE):** Este dispositivo permitió medir parámetros de velocidad (km/h) y distancia (km) que recorre el vehículo eléctrico tubular al efectuarse las pruebas de campo.



Figura 17: Velocímetro de bicicleta

Fuente: El Autor

- **Llaves y destornilladores:** Se utilizó para desarmar el UPS, identificar sus componentes y su conexión interna.
- **Motor eléctrico:** Para elaborar la gráfica de potencia vs consumo, se utilizó los datos técnicos del motor eléctrico. En la tabla 02 se muestra dichos datos.

Tabla 2: Placa del motor eléctrico.

MODELO : HC 182TTDR8910 ABW F1			HP: 5	
FRAME: 182 TC	TYPE: TDR - BC	DES: B	PH: 3	CODE: H
	61603			
HZ : 60	SF : 1.15	HZ : 50	SF : 1.0	

VOLT : 208 - 220 / 440		VOLT : 208 - 220 / 440	
AMP : 12.8 / 6.4		AMP: 13.8 / 6.9	
RPM : 3450		RPM : 2850	
MAX. AMB : 40°C	CLASS OF INS : B	DUTY : CONT	
SHAFT END BEARING	OPP. END BEARING	SER : 1379676	
77607	77503		
	208 V AMP 13		

Fuente: Autor.

- **UPS (Sistema Alimentación Ininterrumpida):** Elemento al que se le realizó el estudio de autonomía, a continuación se detalla las características y sus componentes.
- **Características del equipo (UPS)**

El equipo que se va a estudiar se muestra en la figura 18, es un sistema bifásico de alimentación ininterrumpida (UPS).

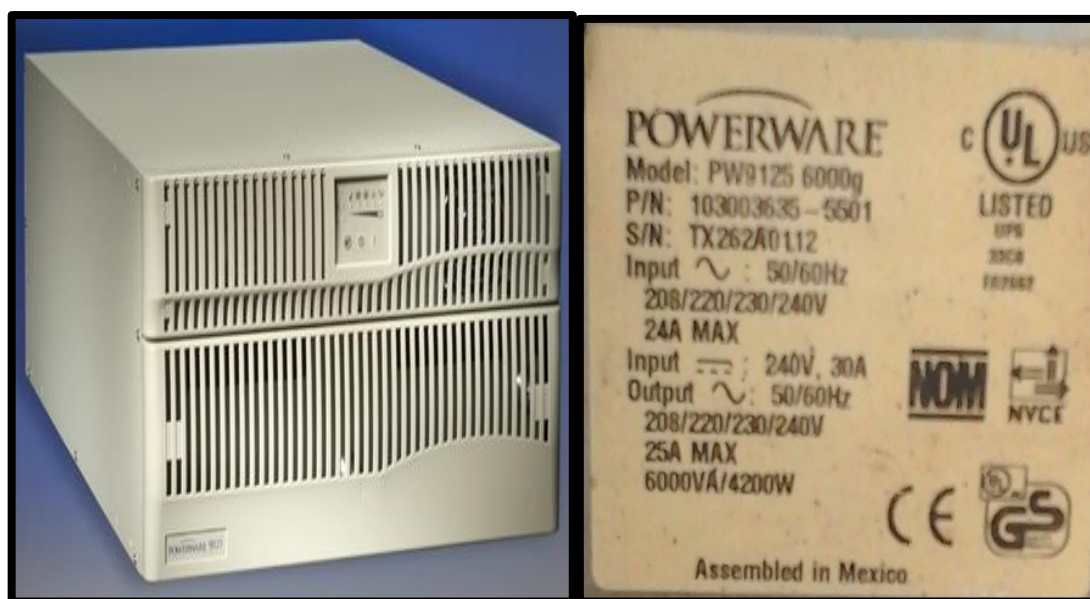


Figura 18: Banco de baterías UPS

Fuente: El Autor

- **S.N. y Modelo**

Haciendo la inspección del equipo, como se indica en la figura 19, el Número de Serial (S.N.) es TX262A0112 y el Número de Modelo (Modelo) es PWg 125 6000g. Estos valores son importantes para corroborar la validez del equipo.

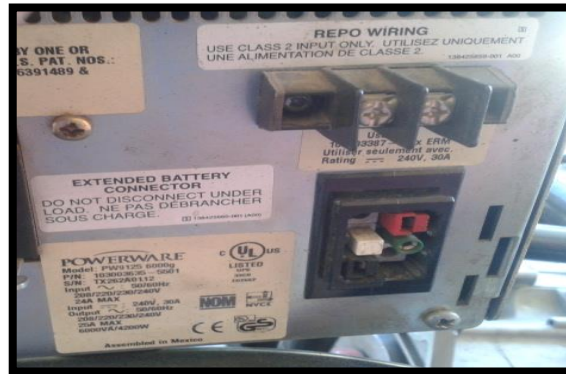


Figura 19: Numero de serial y Modelo

Fuente: El Autor

- **Marca**

En la figura 20 se indica la Marca del equipo, el nombre del equipo es POWERWARE. Cabe aclarar que se plasma el nombre real de la marca, ya que en ocasiones existe una confusión sobre el nombre del que ensambla el equipo.



Figura 20: Marca del UPS

Fuente: El Autor

- **Voltaje de Entrada**

Un voltaje de entrada corresponde a 220V AC, se mide a la entrada del dispositivo. Algunas UPS poseen diferentes rangos de entrada, los cuales se encuentran medidos por su valor RMS. El valor tomado corresponde al voltaje de línea, sin importar el número de fases que maneje la UPS. Cabe indicar que el UPS estudiado es bifásico.

- **Voltaje de Salida**

Un voltaje de salida corresponde 220V AC se mide en el pin de salida del UPS. Al igual del voltaje de entrada, se toma el valor RMS y la tensión de línea.

- **Potencia**

Tiene una potencia de 4200W, la potencia es la información más importante de la UPS, ya que es aquí donde se observa la capacidad del equipo. En este campo se introduce lo Volts-Amperes nominales que proporciona el dispositivo, al mismo tiempo se hace referencia en Watts.

- **Frecuencia**

La frecuencia que maneja la UPS y el sistema, generalmente tiene el valor que maneja las redes eléctricas, el cual es 60 Hz.

- **Cantidad**

En nuestro caso la UPS contiene 2 packs de 10 baterías cada uno, dando una suma de 20 baterías.

- **Componentes del (UPS) implementado en el vehículo eléctrico tubular**
 - **Pack de baterías**

El UPS estudiado consta de dos pack de baterías, conformado cada uno por 10 baterías de 12V y7Ah cada una.

Como se muestra en la figura 21, las baterías se encuentran conectadas en serie en cada pack de baterías, por tal razón se obtiene un voltaje de 120V en cada uno, dando un voltaje total de 240V entre los dos pack de baterías, ya que estos de la misma manera están conectados en serie.

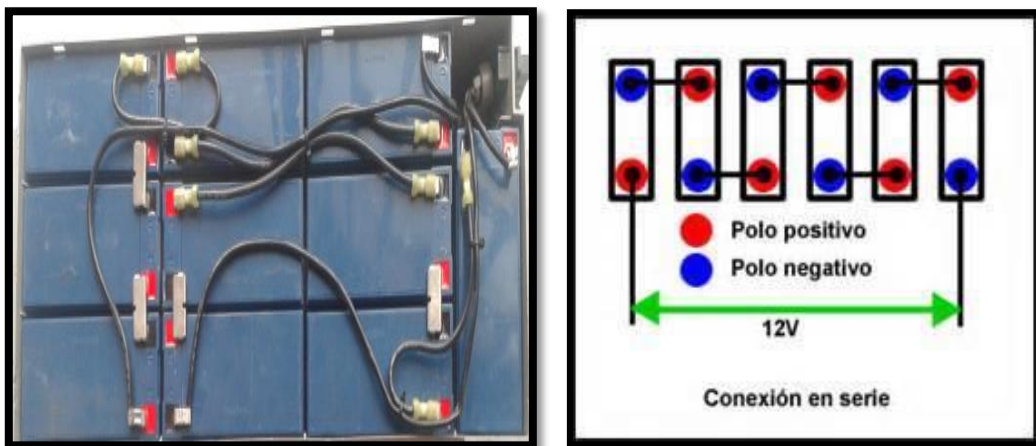


Figura 21: *Conexión en serie de las baterías*

Fuente: El Autor

- **Cargador del UPS**

Para la carga del UPS se utiliza un conector de dos fases para conectar de la toma de 220V AC a la entrada del UPS 220V AC, como se indica en la figura 22.

Para esto es necesario conocer el proceso y la conexión del inversor y rectificador de voltaje.



Figura 22: *Cargador del UPS*

Fuente: El Autor

- **Inversor**

Este inversor consta de un oscilador que controla unos transistores, como se indica en la figura 23, los cuales “switchean” la corriente proveniente de la batería, generando una onda cuadrada, es decir convierte una entrada de corriente directa DC en una salida de corriente alterna AC.



Figura 23: *Inversor incorporado al ups*

Fuente: El Autor

- **Puente Rectificador**

Es el subconjunto más importante del sistema de potencia. Está constituido por seis rectificadores controlados de silicio, conectados en configuración puente, como se

muestra en la figura 24, se encarga de convertir la corriente alterna AC en corriente directa DC.

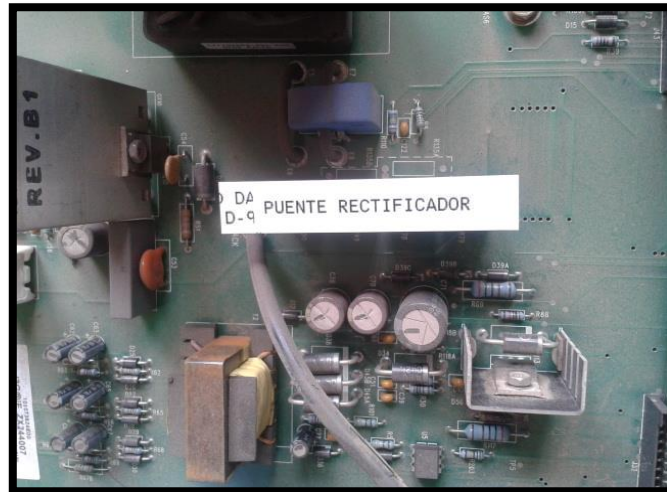


Figura 24: Puente rectificador incorporado al ups

Fuente: El Autor

- **Regulador de voltaje**

Está diseñado para mantener un voltaje de alimentación estable para cargas de hasta 1000kVA independientemente de que existan cambios drásticos en la carga de las líneas, altas y frecuentes corrientes de arranque o desbalanceo de líneas.



Figura 25: Regulador de voltaje

Fuente: El Autor

- **Breakers de bloqueo**

Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos, también protegen contra el fuego al monitorear continuamente la corriente eléctrica en un circuito y apagando el mismo cuando se produce cualquier formación de arcos no deseados.

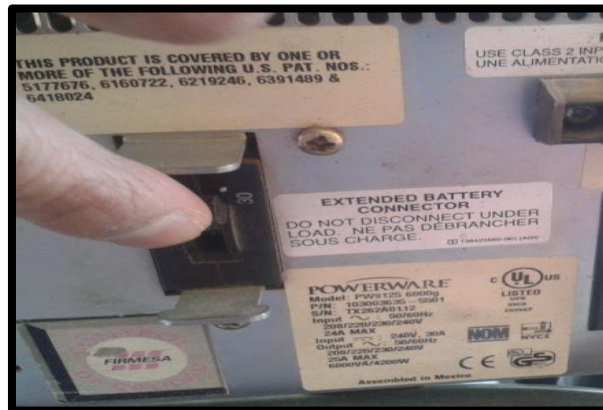


Figura 26: Breakers del UPS

Fuente: El Autor

- **Puertos de conexión entrada y salida**

El puerto de entrada sirve para conectar la fuente de corriente y cargar las baterías y el puerto de salida es para conectar cualquier dispositivo al que se vaya a suministrar energía, en este caso está conectado el motor eléctrico de un vehículo tubular.



Figura 27: Puertos de conexión entrada y salida

Fuente: El Autor

2. Métodos

En el desarrollo del presente estudio se investigó contenidos teóricos y científicos sobre la autonomía del banco de baterías (UPS), que respaldan y avalan a la claridad de las afirmaciones con el fin de cumplir con los objetivos planteados.

Se procede a desarmar el UPS para poder distinguir las características y componentes del mismo y revisar minuciosamente cada una de sus partes, luego se elaboró un diagrama de conexión interna, el desarmado del UPS se lo realizó desconectado de la red doméstica y con los bancos de baterías extraídos para evitar daños personales como se muestra en la figura 28.



Figura 28: UPS con el banco de baterías extraídas

Fuente: El Autor

Para determinar la duración de las baterías se realizó dos pruebas de campo en un circuito de 400m de distancia, ubicado en el sector de Carigan – Loja, como se muestra en la figura 29.

1. La primera prueba se realizó a una velocidad constante de 15km/h durante cinco ciclos de descarga, donde se obtiene datos de distancia (km) y del tiempo de duración de

las baterías (t), para esto se utilizó un velocímetro de bicicleta y posteriormente con estos datos se elaboró las gráficas de la distancia que recorre el vehículo y de la duración de las baterías a diferentes ciclos de descarga. Esta prueba se desolló a 15km/h ya que la velocidad máxima que alcanza el vehículo eléctrico es de 20 km/h y las baterías que conforman el Sistema de Alimentación (UPS) no están destinadas a soportar vibraciones ni movimientos bruscos, ya que las aplicaciones de estos sistemas son para operar en condiciones estáticas.



Figura 29: Circuito de 400m de distancia, ubicado en el sector de Carigan – Loja

Fuente: El Autor

2. La segunda prueba se realizó a velocidades diferentes cada 5km hasta 20km que es la velocidad máxima del vehículo eléctrico, para obtener datos de consumo y voltaje y con estos, realizar las gráficas de velocidad vs consumo y velocidad vs voltaje. Para medir estos parámetros se utilizó un velocímetro de bicicleta el mismo que está ubicado en la catalina del vehículo y una pinza amperímetrica que permitió medir el

voltaje y consumo del UPS en cada una de las fases que conectan al motor eléctrico como se observa en la figura 30.



Figura 30: *Medición del amperaje con la pinza amperimétrica*

Fuente: El Autor

Después de identificar los componentes del UPS y de realizar las pruebas de campo se formuló las ventajas y desventajas que tiene como fuente de alimentación del vehículo eléctrico tubular en el que está implementado.

Basándose en las técnicas de investigación y luego de observar cómo se comporta el UPS en el tiempo de carga - descarga y puesto en funcionamiento en el vehículo eléctrico tubular se determinó los factores que limitan la autonomía del sistema de alimentación (UPS).

f. RESULTADOS

Las pruebas se realizaron en la ciudad de Loja, cabe indicar que el UPS al que se le realizó el estudio esta implementado como fuente de suministro de energía de un motor eléctrico en un vehículo tubular.

Se verificó que las baterías necesarias para mover un vehículo eléctrico están sometidas a un nivel de mucha exigencia estas deben ser capaces de contener una elevada carga con la menor masa posible (densidad energética) y soportar rangos de temperatura muy amplios y miles de ciclos de recarga.

1. Gráficas de pruebas de campo

Posteriormente a la realización de las pruebas de campo se elaboró las gráficas de las dependientes que influyen en la autonomía del UPS, utilizando los datos obtenidos de las pruebas efectuadas.

1.1. Ciclos de prueba vs distancia

En tabla 03, se muestra los datos obtenidos después de realizar las pruebas de campo.

Tabla 3: Datos obtenidos de distancia, tiempo y velocidad en las pruebas de campo

CICLOS	DISTANCIA (km)	DURACIÓN BATERÍAS (t)	VELOCIDAD (km/h)
01	4,5	17,8	
02	4	16,03	
03	3,72	15,22	15
04	3,8	15,82	
05	4,03	16,12	

Fuente: El Autor

En tabla 04, se muestra los datos del promedio, desviación estándar, desviación máxima y desviación mínima de la distancia recorrida y duración de las baterías.

Tabla 4: Datos del promedio, desviación estándar, desviación máxima y desviación mínima de la distancia recorrida y duración de las baterías.

N°	DISTANCIA (km)	DURACIÓN BATERÍAS (t)
PROMEDIO	4,01	16,198
DESVIACIÓN	0,271587923	0,860241826
DESVIACIÓN MÍNIMA	3,738412077	15,33775817
DESVIACIÓN MÁXIMA	4,281587923	17,05824183

Fuente: El Autor

En la figura 31, se observa que la distancia recorrida en el vehículo eléctrico durante cinco ciclos de recorrido a una velocidad constante de 15km/h, no es igual para todos los ciclos, además se indica el promedio, la desviación máxima y la desviación mínima de la distancia recorrida.

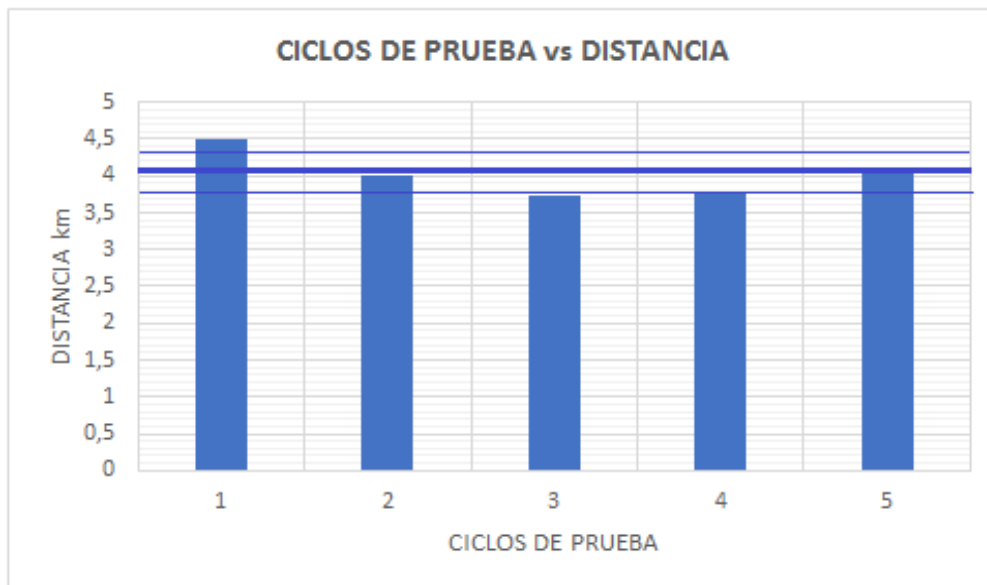


Figura 31: Gráfica de los ciclos de prueba vs distancia

Fuente: el autor

1.2. Ciclos de prueba vs tiempo de duración de las baterías

En la figura 32, se visualiza que el tiempo de duración de las baterías no es igual para los diferentes ciclos de prueba.

Además se indica el promedio del tiempo de duración de las baterías, la desviación máxima y la desviación mínima.

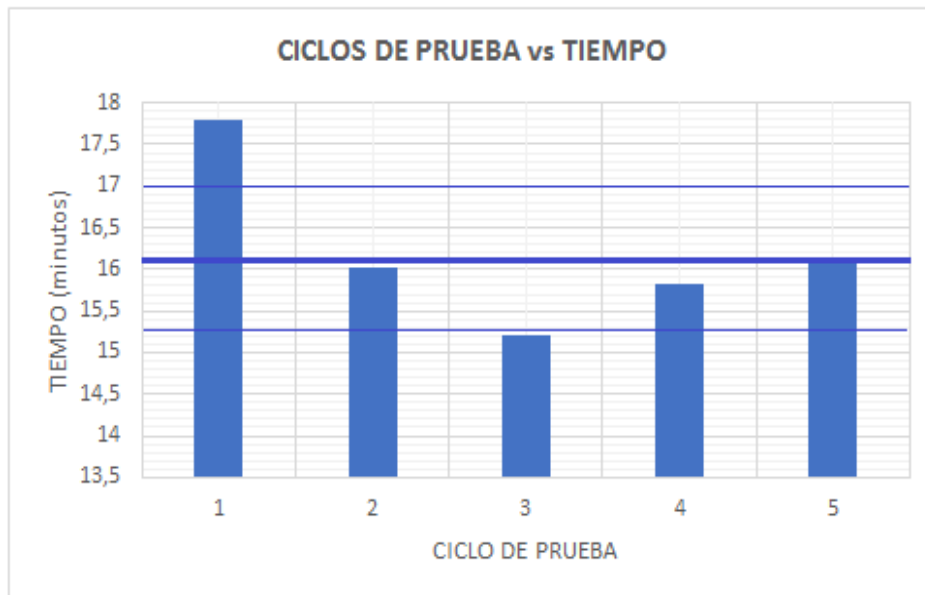


Figura 32: Gráfica de los ciclos de prueba vs tiempo duración de las baterías

Fuente: El Autor

1.3. Pruebas de velocidad vs consumo

En la tabla 05, se observa los datos de consumo y voltaje a diferentes velocidades, estos datos se obtuvieron al efectuar las pruebas de campo.

Tabla 5: Datos de Velocidad, Amperios y Voltaje obtenidos en las pruebas de campo

N°	VELOCIDAD (km/h)	CONSUMO (A)	VOLTAJE (V)
01	05	4,4	117

02	10	5,2	184
03	15	7,5	217
04	20	8,01	218

Fuente: El Autor

Al observar el comportamiento de la autonomía del UPS en función de las dependientes (velocidad, consumo y voltaje) que influyen en la autonomía, en la figura 33, se muestra que el consumo aumenta proporcionalmente a medida que la velocidad también aumenta, también se indica la línea e tendencia (lineal) y la ecuación de la gráfica.

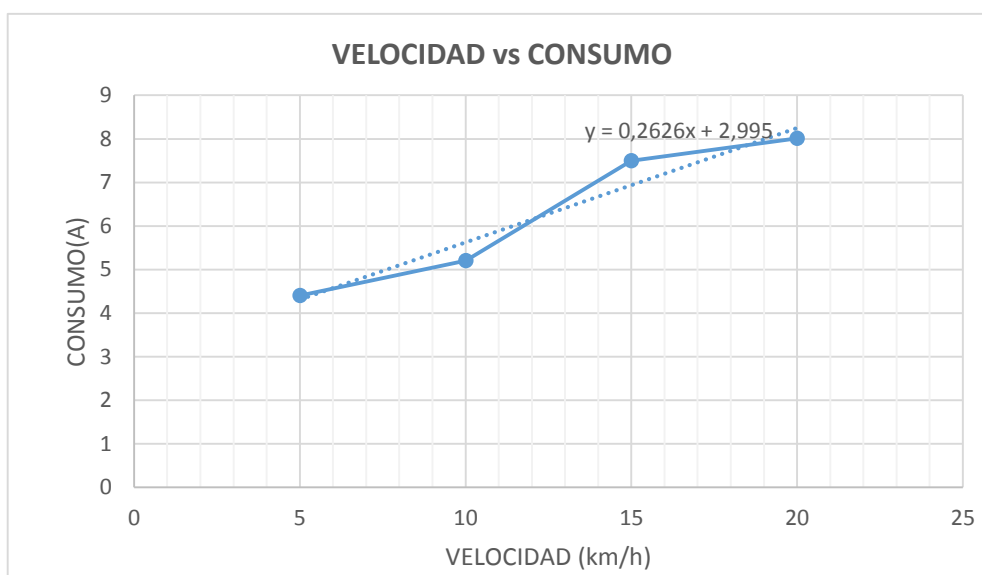


Figura 33: Gráfica de las pruebas de velocidad vs consumo

Fuente: El Autor

1.4. Pruebas de velocidad vs voltaje

En la figura 34, se visualiza que el voltaje aumenta directamente proporcional a la velocidad.

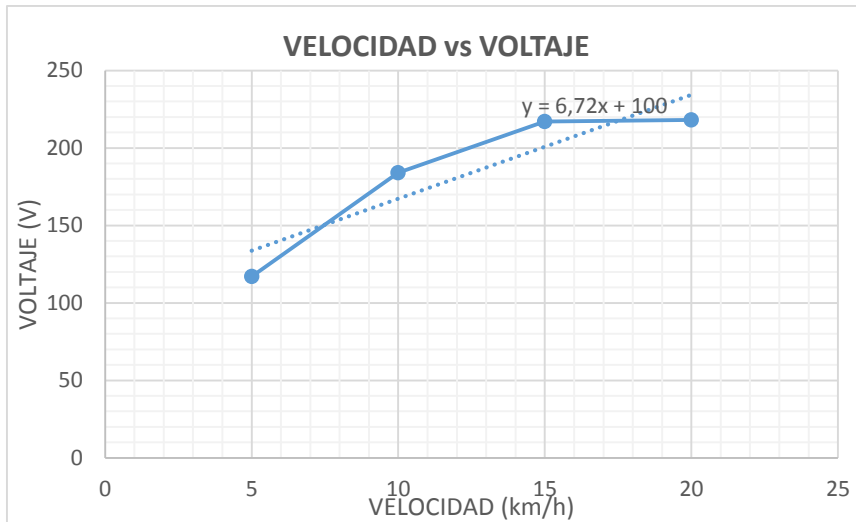


Figura 34: Gráfica de las pruebas de velocidad vs voltaje

Fuente: El Autor

2. Gráfica de potencia vs velocidad

En la figura 35, se muestra la gráfica de potencia vs velocidad, donde se observa que la potencia aumenta directamente proporcional a la velocidad, en este caso el vehículo alcanza una velocidad de 20km/h, por lo que requiere una potencia de 2000W. Además para aprovechar el motor al 100% se necesita una potencia de 7kVA, la misma que no es posible debido a que el sistema de alimentación tiene una potencia menor a nivel de 6kVA.

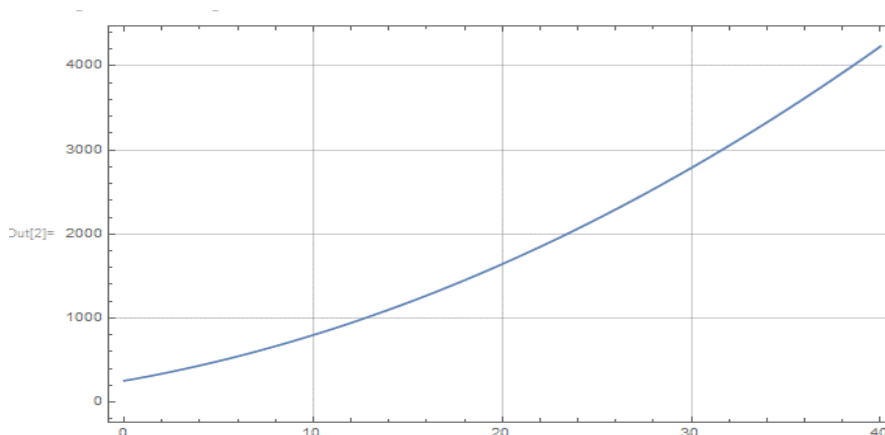


Figura 35: Gráfica de potencia vs velocidad

Fuente: El Autor

3. Análisis de la potencia del motor

A continuación se hace el análisis de la potencia aparente (S) del motor, debido a que (S) del sistema de alimentación UPS es de 7kVA.

En la figura 37, se visualiza el triángulo de relación entre potencia activa, aparente y reactiva.

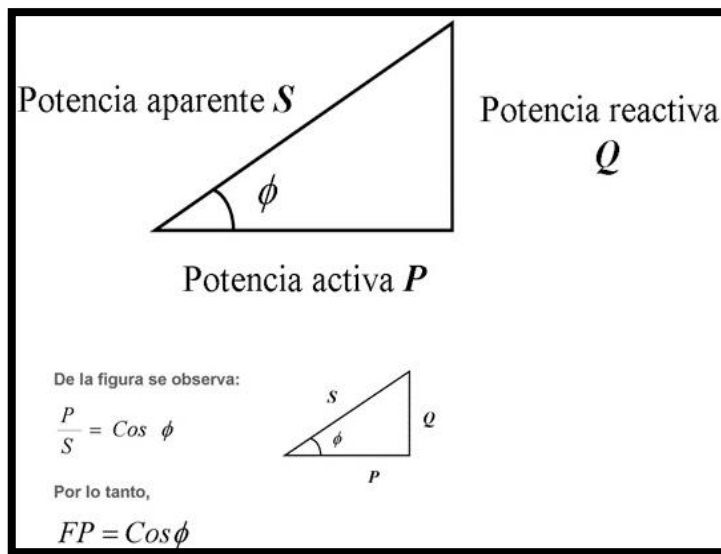


Figura 36: Triángulo de potencia

Fuente: Autor.

3.1. Fórmulas de potencia trifásica

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \theta \quad \text{Ecu. 04}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \theta \quad \text{Ecu. 05}$$

$$S = P + Q \quad \text{Ecu. 06}$$

Donde:

U: Voltaje

I: Intensidad

Cos Θ : Factor de potencia

P: Potencia activa

Q: Potencia reactiva

S: potencia aparente

- **Potencia activa**

Para calcular la potencia activa se utilizó la ecuación 04.

Datos: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{Cos}\theta$

U= 240V $P = \sqrt{3} * 240 * 12.5 * 0.85$

I= 12.5A $P = 4416.8W$

Cos Θ = 0.85

- **Potencia reactiva**

Para calcular la potencia reactiva se utilizó la ecuación 05.

Datos: $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{Sen}\theta$

U= 240V $Q = \sqrt{3} * 240 * 12.5 * 0.48$

I= 12.5A $Q = 2494.2VA.$

Cos Θ = 0.49

- **Potencia aparente**

La potencia aparente se la analizó con la potencia máxima y con la que se requiere a una velocidad de 20km/h que es de 2000W, como se muestra en la figura 35, para ello se utilizó la ecuación 06.

- Análisis con la potencia máxima

$$S = P + Q$$

$$S = 4416.8 + 2494.2VA$$

$$S = 6911VA.$$

- Análisis con la potencia de 2000W

$$S = \sqrt{3} * P$$

$$S = \sqrt{3} * 2000W$$

$$S = 3464VA.$$

4. Gráfica del tiempo descarga de los bancos de baterías del UPS

En la gráfica siguiente se indica la descarga de los bancos de baterías que conforman el sistema de alimentación, la obtención de los datos para elaborar las gráficas se realizó al vacío, es decir sin carga.

Tabla 6: Datos de descarga de baterías

BANCO DE BATERÍAS	
TIEMPO (min.)	VOLTAJE (V)
10	104
20	93
30	83
40	72
50	62
60	52
70	41
80	31
90	20
100	10

Fuente: Autor

En la figura 35, se muestra que el voltaje va disminuyendo proporcionalmente a medida que el tiempo aumenta.

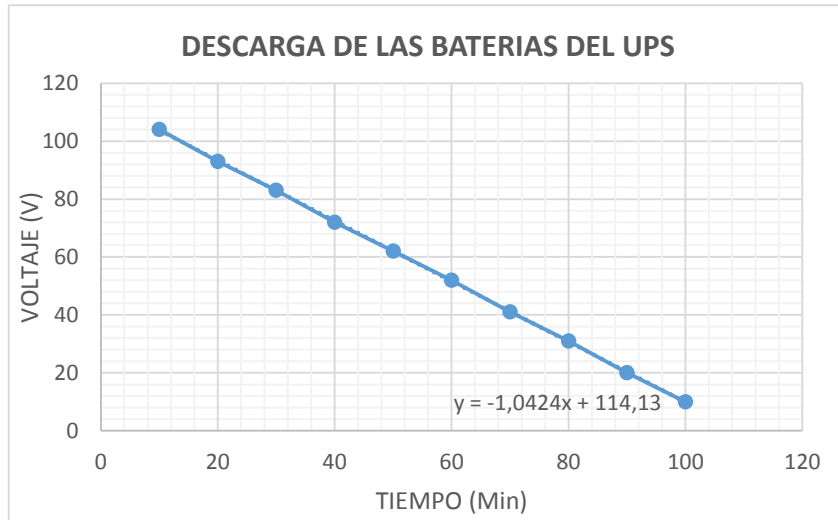


Figura 37: Gráficas de descarga de los bancos de baterías ups

Fuente: Autor.

5. Diagrama de conexión interna del ups

En el siguiente diagrama de bloques se plasma la conexión interna del UPS.

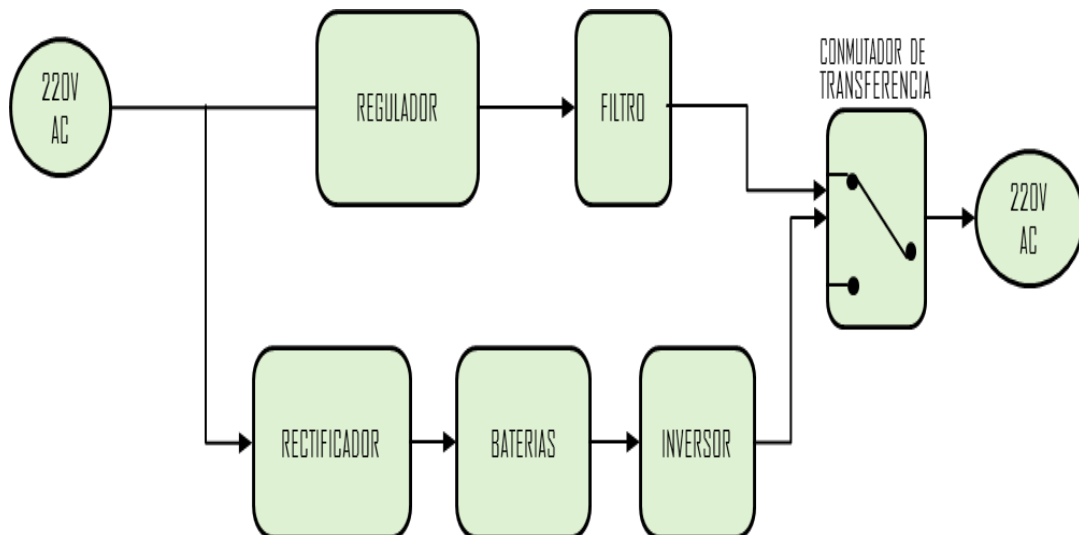


Figura 38: Diagrama de bloques de conexión interna del ups

Fuente: El Autor

6. Ventajas y desventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular

A continuación se indica las ventajas y desventajas que ofrece el UPS que se encuentra implementado en un vehículo eléctrico tubular como suministro de energía.

6.1. Ventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular

- Trabaja con una entrada de AC y puede distribuir DC a sus accesorios antes de salir por el inversor.
- Corrige problemas que existen en el suministro eléctrico como: caídas de tensión y picos de voltaje.
- Posee un panel de ideogramas que indican el estado de carga y descarga del equipo.
- Es un sistema compacto que no necesita de la instalación de un inversor para convertir una señal de DC a otra señal de AC, ya que el inversor en este sistema se encuentra incorporado.

6.2. Desventajas del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular

- Este sistema es más utilizado para equipos informáticos que en montaje para un vehículo eléctrico.
- Demasiado peso para la implementación en un vehículo eléctrico tubular (buguie).

- Es un sistema de implementación estática y al estar montado en un vehículo eléctrico está sometido a soportar continuas vibraciones y movimientos bruscos.
- Requiere de un sistema de protección y cuidado elevado, al estar implementado en un vehículo eléctrico tubular, este se encuentra en contacto con las condiciones climáticas.
- El mantenimiento es complejo debido a la electrónica aplicada.
- Para que la recarga del equipo sea rápida indispensablemente se requiere de un tomacorriente que entregue 220V.

7. Factores que limitan la Autonomía del UPS implementado a un vehículo eléctrico

En la tabla 07, se indica los factores que intervienen en la Autonomía del UPS implementado a un vehículo eléctrico tubular, por lo que se realizó una tabla de problemas, posibles causas y soluciones para evitar inconvenientes que ocasionen mayores problemas al equipo.

Tabla 7: *Factores que limitan la Autonomía del UPS*

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
-Parada inesperada del funcionamiento del vehículo eléctrico.	-Fusibles quemados situados antes del break de bloqueo principal. -Alimentación del UPS. -Bajo nivel de carga de las baterías.	-Revisar el cableado desde la salida del UPS al motor eléctrico. -Reemplazar fusibles.

<ul style="list-style-type: none"> -Falta de potencia del motor eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cables que van al motor eléctrico en mal estado. -Baja tensión de los elementos en circuito abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cargar las baterías al 100%. -Reemplazar cables que van desde el UPS al motor eléctrico. -Comprobar el voltaje del sistema si es menor a 220V.
---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> -Baterías agotadas en menor tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Temperatura mayor a la ideal del UPS (50 C). -Baterías sin usar durante un tiempo mayor a 12h. -Temperaturas demasiado bajas (-20 C). -Baterías pequeñas. <ul style="list-style-type: none"> - Baterías en el fin de su vida útil. 	<ul style="list-style-type: none"> -Verificar el sistema de ventilación del UPS. -Verificar el estado de las celdas de las baterías del UPS. -Verificar que no exista ingreso de agua al sistema del UPS. -Instalar una batería de mayor capacidad. -Reemplazar las baterías.
---	--	--

Fuente: El Autor

Con lo expuesto anteriormente se expresa la constancia de haber realizado las pruebas de consumo (autonomía) del UPS, teniendo un tiempo de duración de las baterías del UPS un promedio de 17 minutos, un promedio de consumo de 6.5A y una velocidad máxima de 20km/h, logrando que el vehículo eléctrico se desplace sin dificultad, cumpliendo así con el estudio y análisis de la autonomía del UPS, implementado en el vehículo eléctrico tubular como fuente de alimentación del mismo y dar por terminado el presente proyecto de tesis

g. DISCUSIÓN

Para la presente investigación en lo que respecta al estudio de la autonomía del banco de baterías (UPS), implementado en un vehículo eléctrico tubular, se identificó en primera instancia el tipo de batería que tiene el UPS, llegando a comprobar que las baterías que posee son de plomo-ácido, siendo estas las más utilizadas en los sistemas UPS.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente trabajo, se ha realizado un estudio general de los UPS, así como pruebas de velocidad, consumo y tiempo de duración de las baterías, logrando con esto determinar la autonomía del UPS implementado en un vehículo eléctrico tubular.

Por otro lado, el sistema que se estudió presta poca autonomía, debido a que tiene una potencia aparente (S) de 6000VA con respecto al motor eléctrico al que le suministra energía que es de 7000VA, por lo que se recomienda diseñar un sistema de alimentación mayor o igual a 7000VA, tomando en cuenta que este es un proyecto experimental y de investigación se considera funcional al UPS implementado en el vehículo eléctrico tubular.

h. CONCLUSIONES

- El UPS implementado tiene la configuración sencilla la misma que es más efectiva por sus características y condiciones respecto a las demás configuraciones ya que si al tener una configuración en paralelo o redundantes esto aumentaría el peso.
- Como resultado de las pruebas realizadas se determinó el tiempo de duración de las baterías del UPS dando un promedio de 17 minutos de duración, un consumo de 6.5A promedio y una velocidad máxima de 20km/h, estos resultados se obtuvieron al circular en un circuito irregular, siendo la calzada de gravilla donde existen pendientes y curvas dado que en estas condiciones el consumo aumenta y el tiempo de duración de la batería disminuye.
- Al realizar la identificación de los componentes del UPS se determinó que en él existen los siguientes elementos: inversor, rectificador, regulador, baterías y conmutador de transferencia, elementos que se los utilizó para elaborar un diagrama de conexión interna del UPS.
- El sistema de alimentación que se encuentra implementado presta poca autonomía, debido a que la potencia aparente de 6000 VA es menor con respecto a la del motor eléctrico que es de 7000VA, ya que la potencia aparente es la cantidad total de potencia útil que consume el motor eléctrico.
- Los UPS son para montajes en edificios donde cumplen con todas las normas de seguridad que estos requieren para operar en condiciones normales, más no para implementación en vehículos eléctricos o en lugares donde exista movimientos, porque los elementos que lo conforman al UPS sufren averías al estar en constante

movimiento, produciendo daños en el ambiente de trabajo y tornándolo de esta manera inseguro.

i. RECOMENDACIONES

- Se recomienda diseñar un banco de baterías de mayor potencia, a nivel de 8kVA para elevar la corriente en el cargador de baterías, de esta manera reducir el tiempo de carga en el banco de baterías ya que el motor es de 7kVA.
- Comprobar que no hayan daños en la caja o fugas de electrolito. Las baterías deberán mantenerse limpias y secas. Si hay electrolito, se deberá limpiar con una solución de bicarbonato de sodio.
- Se recomienda que para cargar el banco de baterías con una capacidad de (7Ah), es necesario que el vehículo se lo cargue en la noche con el motor frío para minimizar tiempo y recursos.
- Para incrementar más la autonomía del vehículo eléctrico se recomienda instalar un banco de baterías de carga profunda, considerando el espacio limitado que existe bajo el asiento del conductor. También se debe considerar una batería de 12 voltios extra para los sistemas auxiliares de control.
- Es necesario observar el nivel de carga para evitar paradas imprevistas del vehículo eléctrico.
- Se recomienda llevar una programación preventiva de mantenimiento mensualmente para evitar que se deterioren los sistemas mecánicos y eléctricos.

j. BIBLIOGRAFÍA

Fonseca, J. (2011). Obtenido de Celdas, pilas y baterías de Ion-Litio una alternativa para...?. Journal Boliviano de Ciencias, 8(22), 40-47.

Gavidia, R. O. (1993). Obtenido de bibdigital.epn.edu.ec

Gutiérrez.(2007).Obtenidode[www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/.../](http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/.../GutierrezClatpu07366.pdf)
GutierrezClatpu07366.pdf

INC, M. (2010). Obtenido de [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8619/1/T-ESPEL-](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8619/1/T-ESPEL-MAI-0463.pdf)
MAI-0463.pdf

Koffler, R. (2007). Obtenido de Guía técnica de Riello UPS , 2007

Narváez, P. (2011). Obtenido de [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2748/1/CD-](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2748/1/CD-3411.pdf)
3411.pdf

Narváez, P. (2011). Obtenido de [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/643/1/CD-](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/643/1/CD-1560(2008-06-18-01-05-30).pdf)
1560(2008-06-18-01-05-30).pdf

R., M. (2006). Obtenido de [es.slideshare.net/jorgealvaroarevaloflores/diseo-elementos-](http://es.slideshare.net/jorgealvaroarevaloflores/diseo-elementos-de-maquinarobert-l-mot)
de-maquinarobert-l-mot

Rasmussen, N. (2003). Obtenido de Diferentes tipos de sistemas UPS. Aplicação Técnica,
(1).

unicrom. (2015). Obtenido de unicrom.com/ups-on-line-ups-en-linea/

k. ANEXOS

ANEXO A

Especificaciones técnicas de las baterías internas

Performance Specifications	
Nominal Voltage	12 volts (6 cells)
Nominal Capacity	
20-hr. (350mA to 10.50 volts)	7.00 AH
10-hr. (650mA to 10.50 volts)	6.50 AH
5-hr. (1.2A to 10.20 volts)	6.00 AH
1-hr. (4.5A to 9.00 volts)	4.50 AH
15-min. (14A to 9.00 volts)	3.50 AH
Approximate Weight	4.80 lbs. (2.18 kg)
Energy Density (20-hr. rate)	1.49 W-h/in ³ (90.95 W-h/l)
Specific Energy (20-hr. rate)	17.50 W-h/lb (38.58 W-h/kg)
Internal Resistance (approx.)	23 milliohms
Max Discharge Current (7 Min.)	21.0 amperes
Max Short-Duration Discharge Current (10 Sec.)	70.0 amperes
Shelf Life (% of nominal capacity at 68°F (20°C))	
1 Month	97%
3 Months	91%
6 Months	83%
Operating Temperature Range	
Charge	-4°F (-20°C) to 122°F (50°C)
Discharge	-40°F (-40°C) to 140°F (60°C)
Case	ABS Plastic
Power-Sonic Chargers	PSC-12800A, 12800A-C

ANEXO B


Pack Baterías




ANEXO C

Bornes positivo y negativo de una batería

Puente batería negativo		
REFERENCIA	SECCIÓN CABLE	LONGITUD
PN01	35 mm ²	25 cm
PN02	35 mm ²	30 cm
PN03	35 mm ²	35 cm
PN04	50 mm ²	25 cm
PN05	50 mm ²	30 cm
PN06	50 mm ²	35 cm



Puente batería positivo		
REFERENCIA	SECCIÓN CABLE	LONGITUD
PP01	35 mm ²	25 cm
PP02	35 mm ²	30 cm
PP03	35 mm ²	35 cm
PP04	50 mm ²	25 cm
PP05	50 mm ²	30 cm
PP06	50 mm ²	35 cm



ANEXO D

Especificaciones técnicas del UPS: Modelo y rangos de voltaje

Table 4. Model List

Model Number	Power Levels (Rated at Nominal Inputs)
PW9125 5000g	5000 VA, 3500W
PW9125 5000g HW	
PW9125 5000g FC	
PW9125 5000g HW FC	
PW9125 6000g	6000 VA, 4200W
PW9125 6000g HW	
PW9125 6000g FC	
PW9125 6000g HW FC	

Table 5. Electrical Input

Nominal Voltage	208, 220, 230, 240V auto-sensing
Voltage Range	160–288V nominal
Nominal Frequency	47–63 Hz, 50/60 Hz auto-sensing
Noise Filtering	MOVs and line filter for normal and common mode noise
Connections	L6-30 input connector with detachable power cord or Hardwired
Input Power Factor	>0.96

ANEXO E

Especificaciones Técnicas del UPS: Medio ambiente y seguridad

Table 7. Environmental and Safety

Operating Temperature	0°C to 40°C (32°F to 104°F) Optimal battery performance: 25°C (77°F)
Storage Temperature	0°C to 25°C (32°F to 77°F)
Transit Temperature	-25°C to 55°C (-13°F to 131°F)
Relative Humidity	5–95% noncondensing
Operating Altitude	Up to 3,000 meters above sea level
Transit Altitude	Up to 10,000 meters above sea level
Heat Dissipation	2066 BTU/hr maximum
Audible Noise	Less than 50 dBA Normal mode, typical load Less than 60 dBA Battery mode
Leakage Current	< 0.6 mA
Communication	DB-9: 1200-19200 baud; USB 1.1 compliant
Surge Suppression	ANSI C62.41 Category B3 EN 61000-4-5 Level 3, Criteria B
Safety Conformance	UL 1778; CSA C22.2, No. 107.1, 107.2; EN 50091-1-1 and IEC 60950; NOM-019-SCFI
Agency Markings	cULus, cUL, NOM-NYCE, CE UL/DEMKO GS (hardwired models only)
EMC (Class A)	EN 50091-2, FCC Part 15, ICES-003






ANEXO F

Especificaciones técnicas del motor eléctrico.

MODELO : HC 182TTDR8910 ABW F1			HP: 5	
FRAME: 182 TC	TYPE: TDR - BC	DES: B	PH: 3	CODE: H
61603				
HZ : 60	SF : 1.15	HZ : 50	SF : 1.0	
VOLT : 208 - 220 / 440		VOLT : 208 - 220 / 440		
AMP : 12.8 / 6.4		AMP: 13.8 / 6.9		
RPM : 3450		RPM : 2850		
MAX. AMB : 40°C	CLASS OF INS : B	DUTY : CONT		
SHAFT END BEARING	OPP. END BEARING	SER : 1379676		
77607	77503			
208 V AMP 13				

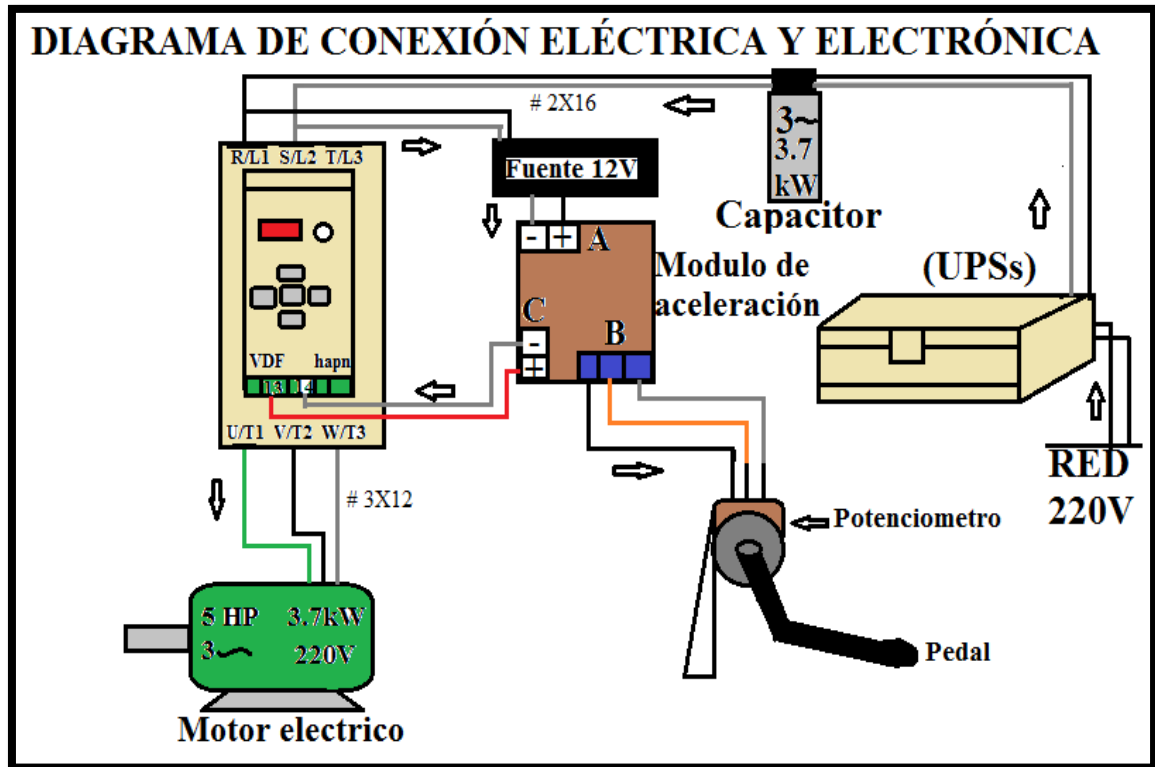
ANEXO G

Indicadores Led del UPS

Indicadores de grafico de barras	Opción	Estado de diodo foto emisor	Explicación
	Voltaje de salida nominal 240V	Encendido	Todas las tensiones nominales de salida se pueden desactivar.
		Destello	240V Dispensable; una de las otras opciones de voltaje de salida seleccionadas.
	Voltaje de salida nominal 230V	Encendido	Todas las tensiones nominales de salida se pueden desactivar.
		Destello	230V Dispensable; una de las otras opciones de voltaje de salida seleccionadas.
	Voltaje de salida nominal 220V	Encendido	Todas las tensiones nominales de salida se pueden desactivar.
		Destello	220V Dispensable; una de las otras opciones de voltaje de salida seleccionadas.
	Voltaje de salida nominal 208V	Encendido	Todas las tensiones nominales de salida se pueden desactivar.
		Destello	208V Dispensable; una de las otras opciones de voltaje de salida seleccionadas.
	Alarma	Encendido	En los sonidos de alarma, cuando la polaridad de la salida está en reversa, la conexión de tierra está fallando; debe haber un electricista calificado para restablecer el cableado de salida
		Destello	La alarma no suena cuando la polaridad de la conexión e salida se invierte o cuando no hay conexión a tierra

ANEXO H

Diagrama de conexión del UPS al sistema eléctrico del vehículo



L. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Voltaje: El voltaje es una magnitud física, con la cual podemos cuantificar o “medir” la diferencia de potencial eléctrico o la tensión eléctrica entre dos puntos, y es medible mediante un aparato llamado voltímetro.

Amperio: El amperio, abreviado “amp.” es la unidad de medida de la corriente eléctrica. Según el sistema Internacional de Unidades Básicas, su símbolo es “A” y es uno de las siete unidades de medida dentro de este sistema.

Frecuencia: Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

UPS: Sistema de alimentación ininterrumpida

Bypass: Es un desvío o una derivación realizada para evitar un obstáculo o una interrupción en una vía de comunicación o un circuito.