



Sistema de emergencia para desastres naturales (inundaciones y naufragios)

Institución:

Escuela Tomás Alva Edison

CLAVE DEL PROYECTO: CIN2012A20117

ÁREA: CIENCIAS FISICOMATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS

DISCIPLINA: MECATRONICA Y ROBÓTICA

FECHA DE REGISTRO: 10/12/12

Autores:

Carlos Miguel García Rosas

Sebastián García Tapia

Raúl Gómez Bermúdez

Diego Armando Gutiérrez Campos

Asesor:

Víctor García Valdovino



RESUMEN

En nuestro país suceden cada año innumerables desastres naturales de carácter hidrológicos, los cuales debido a la devastadora fuerza generan pérdidas materiales y económicas singulares, por lo tanto la creación de sistemas de apoyo ante estas eventualidades resultan una necesidad social importante. El sistema de emergencia que se sugiere en el presente proyecto, intenta reducir el tiempo de espera para que llegue la ayuda de los cuerpos de rescate. Este sistema está enfocado para apoyar a los sectores marginados de la población los cuales son en estos casos los que sufren mayores pérdidas a consecuencia de estos desastres y además en la mayoría de los casos la ayuda de rescate tarda mucho en llegar debido a que los se requieren de sistemas que permitan a los cuerpos de rescate acudir con mayor rapidez. El sistema aprovecha la misma fuerza del desastre y la convierte en energía eléctrica como base de un sistema emisor de señal de rescate, es así como dependiendo del tipo de desastre es el tipo de generador, en caso de desborde de río e inundaciones se emplea la corriente del agua para aprovecharla como fuente de energía y para aquellos involucrados en naufragios la misma fuerza de las olas se convierte de movimiento mecánico en energía eléctrica. Es así como la propuesta de un sistema como éste brinda la oportunidad de ser rescatado con mayor rapidez, en los momentos donde el tiempo es un factor determinante y que beneficia a cualquiera que lo utilicé.

SUMMARY

Hundreds of water natural disasters occur in Mexico, our country. Due to the devastating force of nature, it is almost impossible to resist them. We believe that learning how to reduce the damage is an important step. That is why we have created an emergency system which reduces the arrival time of the rescue teams in case of floods or shipwrecks. Our system was created to help the marginalized sectors of our population, which are the most vulnerable ones. Normally, these sectors are unable to give the alarm and the rescue teams' reaction is extremely slow. Our system allows rescue teams to know in a shorter period of time when a disaster has occurred. The system takes advantage of the very



same force of the disaster and turns it into electric energy as a source of power. The type of generator varies depending on the type of disaster. In the case of floods, the water current is converted; in case of a shipwreck, the mechanical ocean wave movement is transformed. Our system gives people the opportunity to be rescued quickly, which may benefit anyone. It also uses natural energy which is friendly to the environment and could be applied for other purposes.

INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos más remotos la historia nos indica que las grandes civilizaciones se sitúan en las orillas de ríos, lagos y mares, generando con ello actividades comerciales y de progreso social. Nuestro país no es una excepción, y hoy mucha gente depende del mar, de los ríos, de los lagos y de las presas para generar progreso en sus comunidades pues estos cuerpos de agua otorgan fuentes increíbles de recursos, no obstante, así como arrojan beneficios, pueden con su fuerza devastadora durante los fenómenos naturales, provocar pérdidas humanas y económicas considerables. Actualmente cada año existen de desastres naturales de carácter hidrológico causados por la fuerza del mar o por el desbordamiento de un río, que se convierten en la peor pesadilla de quien lo sufre, además estos son muy difíciles de predecir pues cuando un río se desborda o cuando azota una tormenta en la costa, arrastran todo a su paso (Esquivel y Gómez, 2005, pag25).

Al desbordarse un río, las comunidades que habitan adyacente de este, pierden todo, ya que el río se lleva todo a su paso. Ante estas situaciones estas comunidades no tiene forma de comunicarse para pedir auxilio, ya que en su mayoría resultan comunidades de bajos recursos y el tiempo de respuesta de los cuerpos de rescate no es lo suficientemente rápido. El mismo problema ocurre cuando la gente se encuentra en mar abierto y por causas aún mayores las personas o embarcaciones no puede regresar a la costa, la única esperanza son los métodos de localización satelital GPS, los cuales son equipos caros y las bengalas las cuales muchas veces son limitadas.



Por un momento tratemos de ponernos en los pies de estas personas afectadas, si fuera nuestra casa o la familia la que estuviera en peligro, seguramente trataríamos de hacer lo que fuera para salvarla, es así como esa gente que se encuentra involucrada en un desastre como los mencionados anteriormente trataran en todo momento de hacer lo necesario para ser apoyados y rescatados.

Planteamiento de Problema

Los desastres hidrológicos en nuestro país generan pérdidas materiales, económicas y humanas cientos de personas al año, causando daños equivalentes a millones de pesos, gastos que nunca se comparan con la perdida de la vida de un ser humano. Pero que opción tienen estas personas damnificadas por estos desastres; en la actualidad las opciones económicas que tienen son muy pocas ya que sólo pueden conformarse con esperar a que llegue la ayuda, pero esta puede tardar o en muchos casos de naufragio nunca llegar.

Antecedentes En nuestro país ocurren cientos de desastres naturales de carácter hidrológicos, y para poder hablar de ellos, se necesitan saber, cuantos y que tanto afectaron.

Tabla 1. Muestra la cantidad de tormentas tropicales e inundaciones así como los daños generados por las mismas según el Centro Nacional de Prevención de Desastres, "Fenómenos Hidrológicos" en

Año 2010		
Tipo de fenómeno	Tormentas tropicales	Lluvias e Inundaciones
Muertos	55	100
Población afectada	1,151,242	623,133
Viviendas dañadas	121,535	98,193
Escuelas dañadas	1,898	2,177
Centros de salud dañados	242	145
Área de cultivos dañadas	302,494 ha	185,010 ha
Caminos dañados	4,130 km	1,527 km
Costo total	49,965.4 millones de pesos	29,051.5 millones de pesos



Características e impacto socioeconómicos de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año de 2011. .

Mucha gente al sufrir estos desastres no saben como actuar ya que no hay una cultura de prevención, además se debe agregar que ningún fenómeno es igual a otro y se debe de actuar diferente. Nuestro trabajo intenta brindar una alternativa para aquellas personas ante esos fenómenos y la esperanza de recibir ayuda en un menor tiempo mediante un sistema viable (Reporte CENAPRED, 2011 pag 123)

De igual forma las estadísticas nos presentan cuáles son los estados más afectados por estos fenómenos hidrológicos, y mediante estos datos poder enfocar los esfuerzos en esos estados que sufren más por esta incidencia pues resulta poco relevante enfocarnos en estados que no han tenido inundaciones o embates de fenómenos hidrológicos.

Estado	Muertos	Daños (millones)
Chiapas	27	8,544.40
Tabasco	0	7,393
Oaxaca	13	4,447.70
Veracruz	0	2,257.40
Michoacán	21	1,860.80
Baja California	3	939.00
Edo. De Mex	0	742.30
Nuevo León	6	579.80
Querétaro	0	528.20
Nayarit	0	366.60
D.F.	0	345.90



Colima	0	230.30
Tamaulipas	0	207.40
Guerrero	18	148.70
San Luis Potosí	4	146.40
Coahuila	1	122.40
Morelos	0	120.70
Zacatecas	0	25.60
Campeche	0	25.00
Jalisco	3	6.90
Guanajuato	1	5.80
Puebla	2	3.40
Sinaloa	0	1.60
Tlaxcala	0	1.20
Sonora	1	1.10

Tabla 2. Muestra los daños de los estados más golpeados por los fenómenos naturales de carácter hídrico según el Centro Nacional de Prevención de Desastres, "Fenómenos Hidrológicos" en *Características e impacto socioeconómicos de los principales desastres ocurridos en la Republica Mexicana en el año de 2011*.

Se puede observar que los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Quintana Roo, Yucatán no presentaron daños entre los años 2010 y 2011.

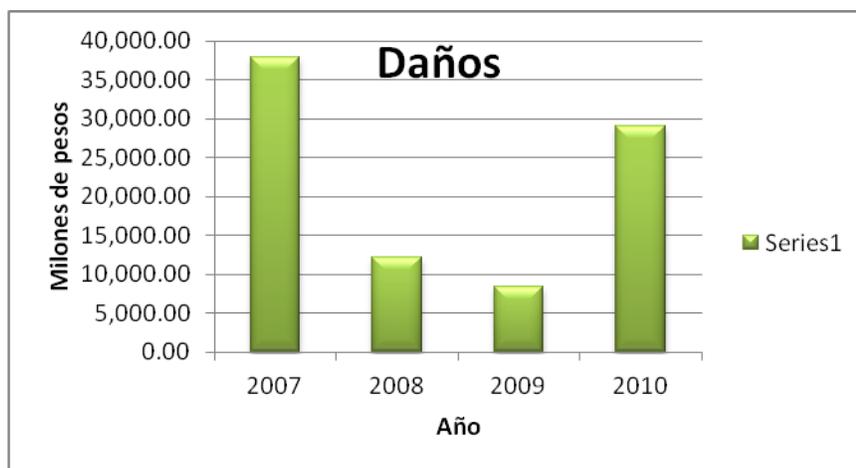
Es obvio que los estados que no presentaron daños ni muertes, no hay necesidad de aplicar un sistema como el propuesto, pero se puede trabajar sobre los estados con mayor número de muertes intentando reducir el número de víctimas y daños.



En los últimos años las lluvias e inundaciones se han presentado constantemente y aumentando los daños (2007-2011).

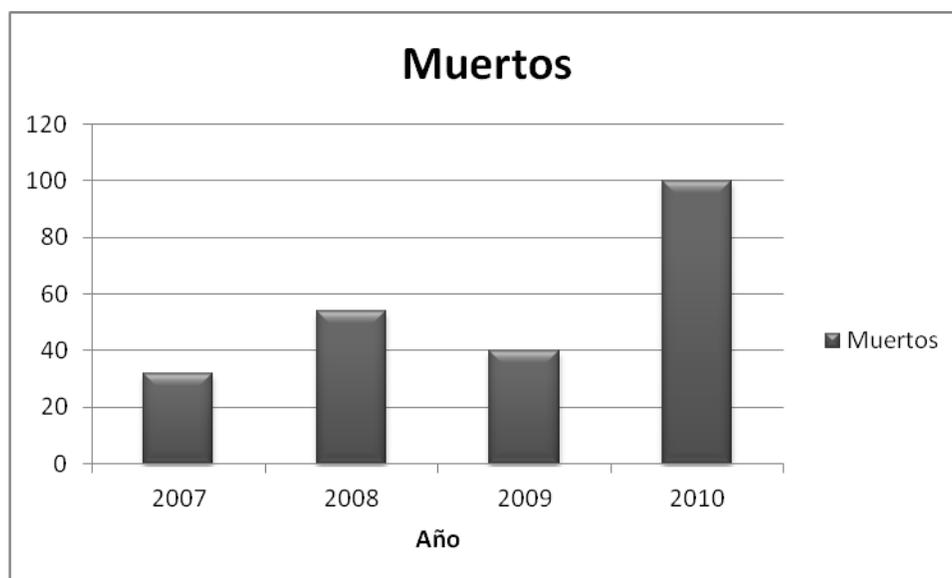
Año	Muertos	Daños (millones)
2007	32	37,950.80
2008	54	12,207.70
2009	40	8,398
2010	100	29,051.50

Tabla 3 Muestra el comparativo entre los años 2007 y 2010 en nuestro país según el Centro Nacional de Prevención de Desastres, "Fenómenos Hidrológicos" en *Características e impacto socioeconómicos de los principales desastres ocurridos en la Republica Mexicana en el año de 2011*.



Gráfica 1 Muestra la relación de pérdidas económicas en los últimos años a consecuencia de los desastres hidrológicos en nuestro país.





Gráfica 2 Muestra la relación de pérdidas humanas en los últimos años a consecuencia de los desastres hidrológicos en nuestro país.

Otro problema que el sistema de emergencia intenta mejorar es reducir el tiempo de rescate cuando una persona naufraga en el mar abierto, este es un problema no tan conocido, ya que muchas veces no se rescatan a las personas y no se da a conocer. Pero basta con recordar el caso de naufragio en nuestro país más conocido es aquel que ocurrió en 2006, donde 5 pescadores quedaron a la deriva en el océano pacífico por alrededor de 9 meses y lamentablemente sólo sobrevivieron 4. Cuando los rescataron en los mares de Nueva Zelanda algunas de sus declaraciones sostenían que ellos veían barcos pasar y le hacían señas, pero por el diminuto tamaño de sus embarcaciones no los veían.

Objetivo General



Desarrollar un sistema de emergencia viable, económicamente amigable y de fácil implementación para reducir los tiempos de rescate fundamentales para evitar al máximo la pérdida de vidas humanas.

Objetivos particulares

- Reducir el tiempo de rescate en caso de un fenómeno hidrológico.
- Implementar una opción viable de auxilio para personas con pocos recursos.
- Crear el sistema de emergencia hidrológico de modo que sea sustentable.
- Crear conciencia sobre estos fenómenos y ayudar a estar preparados a estos fenómenos.

Procedimiento del sistema

1. Identificar las zonas de peligro.
2. Establecerse en una zona segura.
3. Colocar el generador de energía en el agua.
4. Inflar el globo con un tanque de helio (en caso de ser necesario).
5. Utilizar la energía de ríos y mares para obtener una fuente alterna que genere destellos de un dispositivo.
6. Esperar la llegada de ayuda.

Materiales

La elección de materiales para la construcción del prototipo requiere de un estudio socioeconómico importante, pues se requiere de un bajo costo y una manufactura simple que pueda incluso ser realizada por el público en general.



Batería

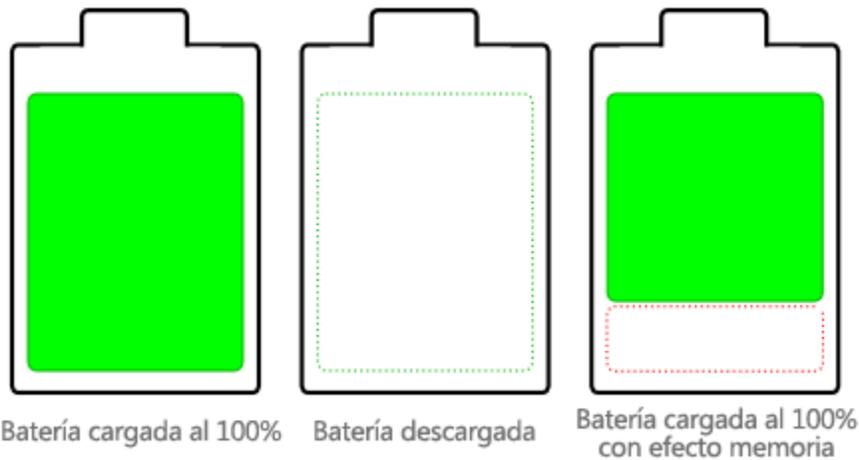
Para poder hacer la elección de la batería tenemos que usar tenemos que tomar en cuenta las adversidades que pasara esta y la cantidad de energía que puede esta almacenar. Hay muchas pilas en el mercado pero las que tomaremos en cuenta serán la batería de ion-litio y la batería níquel-cadmio. La batería de níquel-cadmio es una batería que durante muchos años se utilizo para muchos electrodomésticos y autos, ya que es una batería de gran fiabilidad, tiene un periodo de vida bastante largo y resiste altas temperaturas (a diferencia de la batería de ion litio), hasta ahora se podrá pensar que la batería de níquel-cadmio es la mejor opción pero ahora dejemos atrás sus ventajas y veamos sus desventajas. Uno de los principales y muy temidos problemas de la batería de níquel-cadmio es el llamado efecto memoria (Román J. 2012). El efecto memoria era un fenómeno que ocurría con las pilas recargables al no realizar cargas completas. Cuando utilizábamos nuestras pilas recargables, debíamos esperar a que se descargaran totalmente para volverlas a recargar (de una sola vez, sin interrupciones).

Literatura refiere que si se interrumpen las cargas o se realizan cargas incompletas (cargar sin estar completamente vacía o parar carga antes de terminar) se reduce la capacidad de la batería. Esto no es mentira, si ocurre esto, se crean unos cristales en su interior que modificaban el voltaje, perdiendo capacidad de carga.

Sin embargo, este tipo de fenómeno, sigue manteniéndose hasta la actualidad, cuando en realidad sólo ocurría con las antiguas baterías o pilas recargables de tipo NiCd (Níquel y Cadmio) y no con las que se utilizan hoy en día. Actualmente, aún se puede encontrar con manuales que aseguran que debes cargar los dispositivos cuando la batería esté agotada, que debes realizar una carga más larga la primera vez que la uses (uno de los mitos más famosos) o que no se debe realizar cargas incompletas, cuando todo eso no es cierto. (Román, 2012 pag 34).

A continuación podemos ver un esquema que nos explica el efecto memoria de una batería:





Otras de las desventajas que se presenta en la batería de níquel-cadmio es que no tiene tanto voltaje como otras baterías utilizadas hoy en día (ya que esta batería es considerada como antigua) ya que trabaja a 1,25 voltios. Pero hay un gran problema con la batería de níquel-cadmio, es muy contaminante y considerado un residuo peligroso y tóxico (www.eneralca.com.ar/EAProductNiCd.htm)

Cuando se habla de la batería de ion-litio, esta batería es más reciente que la de níquel-cadmio que fue introducida al mercado en los años noventas, esta batería vino con grandes ventajas, la batería de ion-litio no tiene efecto memoria (explicado en la parte superior), por lo que su carga siempre podrá ser al 100%, esta batería cuenta con un mayor voltaje siendo de 3,6 voltios, esta batería nos ofrece una protección en contra de sobrecargas por dejarla conectada por periodos largos y una cosa muy importante es que no es tan contaminante como otras baterías, pero como todas las cosas esta batería también tiene ciertas desventajas tales como: un precio mayor en comparación a otras baterías recargables, también su recarga tiene que ser bajo ciertos estándares y no puede ser expuesta a altas temperaturas.



Comparativo de baterías

	Batería ion-litio	Batería Níquel-Cadmio
Efecto memoria	no	si
Ciclos de carga/descarga	300-500	1000
Fecha de lanzamiento	1990-1999	1899-1947
Voltaje	3,6 voltios	1,25 voltios

Tabla 4 Muestra el comparativo entre las baterías su carga y descarga en tiempo.

Generador

Los materiales que el generador requiere son fáciles de conseguir e inclusive fáciles de instalar, un generador constará de los siguientes componentes:

- Imanes
- Cable de cobre
- Tubo de PVC (según el tipo de generador)
- Tornillo

Los imanes tienen tener cierta forma dependiendo del movimiento del agua, por ejemplo en caso de que el generador vaya a ser utilizado en el mar este tiene que tener una forma de dona para que pueda ser sostenido por el tubo de PVC en medio de los dos imanes. Los imanes es la parte esencial del generador e inclusive si queremos generar un mayor voltaje podemos sustituir estos imanes comunes por unos imanes de "neodimio" los cuales gracias a sus altos valores magnéticos pueden crear un mayor campo magnético por lo que se pueden obtener mayor energía (Kraus, 2009, pag 56).



El cable de cobre se utiliza porque es un buen conductor y su precio no es muy elevado, también el tornillo puede remplazarse por algún metal con forma similar.

Globo

La construcción de un globo con material suficientemente elástico y que sea aislante por lo que la elección de caucho es lo más viable, ya que sus propiedades le permiten ser elástico y aislante.

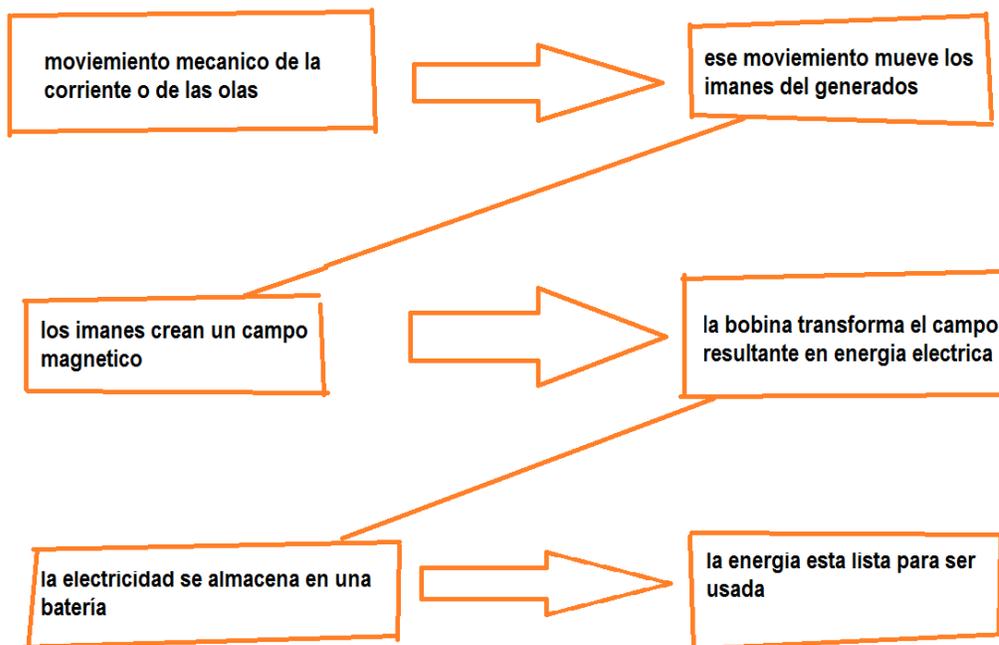
Para poder sostener el globo se requiere de un cable suficientemente duro como para poder soportar una tempestad o una tormenta, pero a la vez ligero para que no signifique mucho peso para el globo, es por esto que utilizaremos un cable aislado por PVC y cubierta de cable de luz circular, ya que este tipo de cable es excelente para poder conducir los desteyos que necesitamos hacer llegar al globo y gracias a su cubierta de PVC le dara la resistencia necesaria para poder resistir algunos fuertes vientos y algunas tormentas, de modo que el prototipo dure el tiempo necesario para poder ser rescatado.

Esquemas:





¿Cómo funciona?



MARCO TEÓRICO

La corriente eléctrica se origina por el movimiento o flujo de electrones a través de un conductor (fuerza electromotriz), debido a la existencia de una diferencia de potencial. Si se desea que una corriente eléctrica fluya continuamente por un conductor, debe existir un suministro constante de electrones en un extremo del mismo y una salida de ellos por el otro (www.buchmann.ca/article3-page2-spanish.asp)

Para obtener un suministro continuo de electrones se utilizan las pilas y los generadores eléctricos. Así pues, un generador transforma su energía ya sea química o mecánica, a una energía potencial y



cinética de los electrones. Si hacemos una analogía hidráulica podemos decir: así como una bomba eleva el agua de nivel menor a otro mayor, un generador lleva a los electrones de un punto de menor potencial a otro mayor, con lo cual se produce una diferencia de potencia permanente entre los electrones que se encuentran en cada extremo de sus terminales o bornes.

Esta diferencia impulsa la corriente eléctrica a través del conductor y, por tal motivo, se le denomina fuerza electromotriz del generador.

La fuerza electromotriz (*fem*) mide la cantidad de energía que proporciona un elemento generador de corriente eléctrica. Por lo tanto, la fuerza electromotriz aplicada en un circuito eléctrico es igual a la energía suministrada para que la unidad de carga recorra el circuito completo.

$$\mathcal{E} = \frac{T}{q}$$

donde:

\mathcal{E} = fuerza electromotriz (*fem*) en volts (V).

T = trabajo realizado para que la carga recorra todo el circuito en Joules (J)

q = carga que recorre el circuito en Coulombs (C).

CAMPO ELECTROMAGNÉTICO PRODUCIDO POR UN SOLENOIDE

Un solenoide se obtiene al enrollar un alambre en forma helicoidal (acción llamada devanar). Cuando una corriente circula a través del solenoide, las líneas de fuerza del campo magnético generado se asemejan al campo producido por un imán de forma de barra. En su interior las líneas de fuerza son paralelas y el campo magnético es uniforme. Para determinar cuál es el polo norte de un solenoide se aplica la regla de la mano izquierda: se coloca la mano izquierda en tal forma que los cuatro dedos señalen el sentido en el que circula la corriente eléctrica y el dedo pulgar extendido señalará el polo norte del solenoide.



Para calcular el valor de la inducción magnética o densidad de flujo de B en el interior de un solenoide, se utiliza la expresión matemática:

$$B = \frac{N\mu I}{L}$$

Donde:

B = inducción magnética en el interior de un solenoide, se mide en teslas (T).

N = número de vueltas o espirales.

μ = permeabilidad del medio en el interior del solenoide, se expresa en $\frac{Tm}{A}$

I = Intensidad de la corriente calculada en amperes (A).

L = longitud del solenoide medida en metros (m)

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Un imán y una bobina a la cual se conectan un galvanómetro que servirá para detectar la presencia de corrientes eléctricas de poca intensidad. Al permanecer inmóviles el imán y la bobina, pero al acercar el imán a la bobina se origina inmediatamente una corriente que se detecta con el galvanómetro. Igual ocurrirá si el imán permanece fijo y se mueve la bobina; la finalidad es producir una variación en el flujo magnético que actúa sobre está. El sentido de la corriente está en función de si se acerca o se aleja el imán. La corriente inducida será mas intensa al avanzar más rápido el imán, la bobina o ambos. Una forma práctica de obtener mayor intensidad de corriente inducida se logra al girar la bobina a través del campo magnético. El hecho de que se haya producido una corriente en el circuito formado por la bobina, señala la inducción de una fuerza electromotriz en el circuito al variar el flujo magnético debido al movimiento del imán (Pérez, 2009, pag 77).



De acuerdo con los experimentos realizados por Faraday podemos decir que:

1. Las corrientes inducidas son aquellas producidas cuando se mueve un conductor en sentido transversal a las líneas de flujo de un campo magnético.
2. La inducción electromagnética es un fenómeno que da origen a la producción de una fuerza electromotriz (*fem*) y de una corriente eléctrica inducida, como resultado de la variación del flujo magnético debido al movimiento relativo entre un conductor y un campo magnético.

En la actualidad casi toda la energía que se consume en nuestros hogares y en la industria se obtiene gracias al fenómeno de la inducción electromagnética.

GENERADOR ELÉCTRICO

El generador eléctrico es un aparato que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Está construido por un inductor elaborado a base de electroimanes o imanes permanentes que producen un campo magnético y por un inducido que consta de un núcleo de hierro al cual se le enrolla alambre previamente aislado. Cuando se le comunican al inducido un movimiento de rotación, los alambres conductores cortan las líneas de flujo magnético, por lo tanto, se induce en ellas una *fem* alterna. Para obtener una corriente continua o directa debe incorporarse un dispositivo conveniente llamado conmutador.

En la mayoría de los generadores de la corriente continua el inductor que produce el campo magnético es fijo y el inducido móvil. En cambio, en los corriente alterna permanece fijo el inducido y el inductor gira. Sin embargo, en cualquier generador eléctrico el origen de la *fem* inducida es por el movimiento existente entre el campo magnético creado por el inductor y los alambres conductores del inducido, lo cual provoca un flujo magnético variable (Alva y Máximo, 1983 pag 23).



BATERÍA ION DE LITIO

La **batería de iones de litio**, también denominada **batería Li-Ion**, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito, una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, junto con la ausencia de efecto memoria o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido el diseño de acumuladores livianos, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo. Desde la primera comercialización de un acumulador basado en la tecnología Li-ion a principios de los años 1990, su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música.

Ventajas:

- Una elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.
- Poco peso: A igualdad de carga almacenada, son menos pesadas y ocupan menos volumen que las de tipo Ni-MH y mucho menos que las de Ni-Cd y Plomo.
- Gran capacidad de descarga. Algunas baterías de Li-Ion -las llamadas "Lipo" Lítio-ion Polímero (ion de litio en polímero) - que hay en el mercado, se pueden descargar totalmente en menos de dos minutos.



- Poco espesor: Se presentan en placas rectangulares, con menos de 5 mm de espesor. Esto las hace especialmente interesantes para integrarlas en dispositivos portátiles que deben tener poco espesor.

RESULTADOS (PARCIALES A LA FECHA)

Después de probar los materiales de construcción detalladamente y demostrar cuales son mucho más viables que otros, logramos desarrollar un prototipo que cumple con las especificaciones necesarias para su empleo, estas son de carácter técnico, económico y accesibilidad. Durante la presentación del proyecto efectuaremos la simulación en un programa computarizado para que los asistentes observen la construcción y manejo del sistema de emergencia. Recordemos que es un trabajo no terminado y que necesita de su aplicación real en los sitios donde debería ser utilizado.

CONCLUSIONES (PARCIALES A LA FECHA)

El sistema de emergencia como prototipo resulto un éxito en todo momento, la viabilidad y ejecución del sistema de señal resulto eficiente, la pila y generador soportan la carga de energía necesaria para un rendimiento de cuatro horas sin problema alguno. Sin embargo, la necesidad de su aplicación en los lugares bajo condiciones extremas es un obligación antes de siquiera intentar sugerir alguna conclusión de su efectividad ante la eventualidad. Por esta razón sugerimos una continuidad de proyecto para demostrar a diferentes fabricantes y patrocinadores las expectativas y cualidades del sistema y su futura fabricación en serie.



BIBLIOGRAFÍA

- CENAPRED, 2011. Centro Nacional de Prevención de Desastres, "Fenómenos Hidrológicos" en Características e impacto socioeconómicos de los principales desastres ocurridos en la Republica Mexicana en el año de 2010
- Schreiber, A. (2004). "Magnets"
- Kraus, J.D. (2009). "Electromagnetics", McGraw Hill.
- Seippel, R. (2008). "Fundamentos de la Electricidad". Reverte, México.
- Esquivel M. y Gómez J. (2005). "Geografía", Cultural, México.
- S/A, baterías de níquel cadmio recuperado el 24 de noviembre de 2012 de: <http://www.eneralca.com.ar/EAProductNiCd.htm>
- S/A Baterías de ión de Litio Vs. Níquel Cadmio recuperado el 24 dwe noviembre de 2012 de: <http://www.eneralca.com.ar/EAProductNiCd.htm>
- Roman J. 2012. Pilas Recargables: Efecto memoria recuperado el 24 de noviembre de 2012: <http://www.emezeta.com/articulos/pilas-recargables-efecto-memoria#axzz2DHbfKvnP>
- Buchmann I. batteries in a portable world recuperado el 25 de noviembre de 2012 de: <http://www.buchmann.ca/article3-page2-spanish.asp>
- S/A Imanes de neodimio recuperado el 25 de noviembre de 2012 de: http://www.imanes.com/imanes_neodimio_descripcion.php
- S/A cables aislados con pvc 300 500v aislados con pvc y cubierta de cable de luz circular cables recuperado el 26 de noviembre de 2012 de: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/pvc-insulated-cables-300-500v-pvc-insulated-and-sheathed-light-cable-circular-cables-409478878.html>
- Alva B., Máximo A. (1983). "Física General con Experimentos Sencillos." Nueva Edición Actualizada. México: Harla.
- Pérez H. (2009). "Física General." Tercera Edición. México: Grupo Editorial Patria.
- Tappens P. (2007). "Física Conceptos y Aplicaciones." Séptima Edición. China: Mc Graw Hills

