



Estudio de Iluminación Alimentada a Partir de Electrodo en la Tierra Como Fuente de
Energía Alternativa

Johan A Montaña, Jhon F Riaño, Juan S Acuña y Wilson H Patiño

Facultad de Ingeniería, Universidad EAN

Entregable Final Proyecto Integrador

Tutor. Jeffrey Leon Pulido

Bogotá 25 de mayo de 2021

Tabla de contenido

Resume	5
Introducción.....	6
Problema.....	7
Objetivos.....	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos.....	8
Estado del Arte	8
Construcción De Una Celda Electroquímica Para La Evaluación De La	8
Corrosión Por Sales Fundidas	8
Geotermia. Energía desde el corazón de la tierra.....	9
Marco de Referencia.....	11
Celdas Galvánicas	11
Especificaciones	14
Resultados del Voltaje Generado en el Prototipo	15
Cálculos Eléctricos.....	18
Normas de Ingeniería.....	20
Retie (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)	20
NTC 2050 (Norma Técnica Colombiana 2050).....	21

Retilap (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público)	22
Restricciones.....	23
IEC 60038 (comisión electrotécnica internacional) Voltajes estándar	23
IEC 60364-5-51: Instalaciones eléctricas de baja tensión – Selección y montaje de equipos eléctricos Normas comunes.	23
IEC 690909-1: Corrientes de cortocircuito	23
Condiciones del país para el uso del suelo	23
Especificaciones de ingeniería.....	25
Fuente: Datasheet led.....	26
Solución alternativa	28
Análisis de Coste del Diseño	31
Conclusiones.....	31
Referencias	32

Listado De Figuras

FIGURA 1 REDOX..... 13

FIGURA 2 PROTOTIPO 16

FIGURA 3 PROTOTIPO 16

FIGURA 4 PROTOTIPO 17

FIGURA 5 PROTOTIPO 17

FIGURA 6 PROTOTIPO 18

FIGURA 7 NIVELES DE ILUMINANCIA..... 19

FIGURA 8 LED 1W..... 19

FIGURA 9 LED..... 26

FIGURA 10 CIRCUITO LED..... 26

FIGURA 11 CIRCUITO CON BATERÍA..... 27

FIGURA 12 CIRCUITO DE ILUMINACIÓN CON PANEL SOLAR..... 29

FIGURA 13 MATRIZ FODA CRUZADA 30

FIGURA 14 COSTE DEL DISEÑO..... 31

Resume

Es evidente la necesidad de miles de familias en el Amazonas, las cuales al llegar la noche, no tienen como generar iluminación, las empresa de energía no suministran este servicio en estos sectores por la lejanía, dado que esto representa una inversión muy grande que posiblemente no se va a recuperar, pero aun así las familias del Amazonas necesitan una fuente de iluminación, como se plantea en el presente informe, mediante la aplicación de la electroquímica se pretende generar energía a partir de barras de cobre y zinc mediante la reacción Redox, como se evidencia en el prototipo la propuesta es viable para generar iluminación, no se podría energizar un electrodoméstico, puesto que este método, de la manera económica como se quiere implementar no genera suficiente energía para este tipo de aparatos, pero cuenta con el potencial eléctrico para energizar tres bombillas led, las cuales funcionan bajo el mismo principio de un litro de luz.

Con este sistema practico se espera cubrir la necesidad de iluminación y continuar con investigación para ampliar la capacidad de generación de energía eléctrica.

Palabras claves: Redox, iluminación, cobre, zinc, económico, practico

Introducción

El acceso a energía eléctrica e iluminación en la zona amazónica del país aún es un desafío por la complejidad de la geografía, la baja densidad poblacional y el estado de desarrollo actual del sistema de cobertura nacional. Actualmente se identifican Zonas no Interconectadas (UPME, 2015) en el Amazonas que proveen energía eléctrica a través de plantas de generación diésel y otras, y en su mayoría están ubicadas principalmente en las zonas aledañas a Leticia. Sin embargo, aún se estima que para aumentar la cobertura nacional solo en este departamento, se requiere una inversión superior a los ochenta y cuatro mil millones de pesos (UPME, 2019). Debido a que el acceso a energía eléctrica promueve el desarrollo económico de una región, y dado el alto costo de su cobertura, es necesaria una propuesta sostenible y de menor costo que aproveche la riqueza de los recursos naturales del país para solucionar la falta de fuentes de electricidad en zonas rurales. Con el desarrollo de esta investigación, se busca evaluar un sistema de generación de energía con electrodos de zinc y cobre en tierra húmifera para iluminación de áreas privadas y comunes en el departamento del Amazonas.

En promedio en Colombia, más del 75% de la demanda de energía proviene de fuentes hidroeléctricas y poco más del 23% en promedio viene de generadores termoeléctricos (UPME, 2020), y gracias al sistema interconectado nacional (SIN) cubre principalmente las regiones andina, pacífica y caribe del país (UPME, 2019). Por otro lado, las ZNI en la Orinoquia y la Amazonía utilizan generadores, que funcionan en su mayoría con combustibles fósiles, se pueden beneficiar de la vasta oferta de recursos renovables intrínsecos del país, como los canales fluviales (UPME, 2015) y la tierra húmifera en la generación sostenible de energía eléctrica.

Considerando las diversas fuentes de energías alternativas, consideramos el proceso electroquímico redox como una solución económica y cómoda para esta problemática.

Problema

En el Amazonas colombiano existen más de cuatro mil doscientas zonas, microrredes e individuales, sin acceso a energía eléctrica, lo que supone una inversión de más de ochenta y cuatro mil millones de pesos para su abastecimiento. Las ZNI dependen de generadores que normalmente utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento (UPME, 2019). Se plantea la incógnita de cómo resolver las necesidades de iluminación en espacios privados y comunes con el uso de energías limpias estas zonas sin acceso a energía eléctrica en el Amazonas, buscando promover su desarrollo y seguridad. Luego de la implementación de una forma de energía eléctrica por tierra húmida para iluminar estos espacios, se satisface la necesidad de las poblaciones menos favorecidas en esta región del país.

Objetivos

Proporcionar una fuente de energía alternativa, económica y práctica, para aquellas poblaciones lejanas que no cuentan con suministro eléctrico.

Hay 1.710 localidades rurales en Colombia en donde se calcula que 128.587 personas solo acceden al servicio entre cuatro y doce horas al día. (Vivas, 2019)

La presente investigación tiene como objetivo plantear una opción sostenible, económica y realista para aquellas familias que no cuentan con iluminación en sus hogares, para ello se pretende utilizar la iniciativa de un litro de luz ya que es una forma eficiente y de bajo consumo eléctrico para iluminación y alimentar estos leds mediante tierra fértil con electrodos de zinc y cobre.

Se espera iluminar un espacio de aproximadamente de 16 metros cuadrados, con 20 lux de por bombilla. alimentado mediante técnica electroquímica, proceso redox entre cobre y zinc.

Objetivo General

Evaluar un sistema de generación de energía que supla la necesidad de suministro eléctrico para iluminación de áreas privadas y comunes en las zonas aledañas del Amazonas (Colombia),

donde no se cuenta con suministro eléctrico público, alimentado mediante técnica electroquímica, proceso redox entre cobre y zinc en tierra húmida.

Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio de cargas o aforo eléctrico con el fin de determinar cuánta potencia eléctrica se necesita por bombilla led en cada casa.
2. Diseñar cálculos de caídas de tensión eléctrica los cuales nos darán como resultados la distancia de los conductores eléctricos, el calibre del cable o alambre que se desee utilizar para optimizar pérdidas de energía.
3. Proponer el sistema de generación de energía a partir del potencial eléctrico del suelo.

Estado del Arte

El análisis del estado del arte que aquí se presenta, se divide en 2 grupos, el primero es la aplicación de procesos electroquímico de generación de energía Redox y el segundo el uso de la tierra para generar energía eléctrica.

Construcción De Una Celda Electroquímica Para La Evaluación De La Corrosión Por Sales Fundidas

Se construyó una celda electroquímica para la evaluación de la corrosión por sales fundidas y así valorar la degradación del acero por métodos electroquímicos, como la polarización electroquímica, resistencia a la polarización lineal y la impedancia electroquímica. La celda electroquímica demostró buena confiabilidad de los resultados ya que se realizaron varias pruebas en las mismas condiciones y por diferentes técnicas electroquímicas mostrando la estabilidad de la celda y la repetibilidad de los resultados. La mayor degradación que sufrió el metal generalmente ocurrió a temperaturas superiores a las temperaturas de fusión de las sales

La degradación u oxidación acelerada de metales, aleaciones o materiales por un

depósito de sal fundida en presencia de un ambiente oxidante a elevada temperatura es llamada “CORROSIÓN EN CALIENTE”. La severidad de este tipo de ataque puede ser catastrófica y

se ha visto que este tipo de ataque está relacionado con un número de variables como son la composición del depósito de sal, la atmósfera o ambiente, temperatura y ciclo de temperatura, composición de la aleación o material, como también de la microestructura de la aleación.

El sulfato de sodio Na_2SO_4 es la sal más común en los depósitos de sales involucradas en la corrosión en caliente, esta sal proviene de combustibles que contienen azufre (S) en ambientes que contienen cloruro de sodio (NaCl). Otra especie que es muy dañina, es el vanadio, el cual puede provenir de los combustibles que durante su quema con exceso de oxígeno forman el Na_2SO_4 , V_2O_5 y NaVO_3 , siendo estas las especies dominantes que forman una fase condensada causantes de la corrosión en caliente en los equipos. (A., 2016)

Geotermia. Energía desde el corazón de la tierra

La palabra geotermia proviene del griego geo que significa tierra y thermos, calor. Se define como el calor natural existente al interior de la Tierra. Este calor es una forma de energía que puede ser aprovechada por el hombre, esto es lo que se conoce como energía geotérmica.

Isagen s .a. esp., como parte de su política de responsabilidad empresarial y en apoyo a las políticas nacionales para el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía, promueve y financia la investigación para el desarrollo y el aprovechamiento de la energía geotérmica. la empresa en desarrollo de su objeto social de generación y comercialización de energía, cuenta con más de con más de

40 años de experiencia en el desarrollo, construcción y operación de proyectos de generación de energía eléctrica, durante los cuales ha aplicado criterios de desarrollo sostenible. actualmente, la empresa se encuentra realizando los estudios requeridos para el desarrollo de dos (2) proyectos geotérmicos en áreas con un alto potencial geotérmico, localizados en el macizo Volcánico del Ruíz (mVr) y en la zona de influencia de los volcanes Tufiño, chiles y c erro negro, en la frontera con el Ecuador.

los fluidos geotérmicos se pueden utilizar para generar energía eléctrica mediante la utilización de motores o turbinas a vapor en un ciclo termodinámico denominado rankine, el cual se explica por la capacidad del vapor de expandirse y contraerse por el cambio de temperatura y su condensación. la inyección del vapor en la turbina ejerce fuerza sobre sus álabes o sobre los pistones de un motor, produciendo el movimiento de su eje para transmitir fuerza y movimiento a un generador eléctrico. actualmente se genera energía eléctrica utilizando la geotermia, mediante las siguientes tecnologías: a. Flash: también denominada abierta o de vapor directo. esta tecnología se utiliza cuando se tienen fluidos geotérmicos con temperaturas superiores a los 200 °c en planta. los fluidos geotérmicos pasan por un separador de vapor y agua, el vapor se inyecta a una turbina que a su vez mueve el generador eléctrico, pasando luego a un condensador. el fluido geotérmico que ha cedido el calor retorna al reservorio mediante pozos de reinyección. b. Binaria: también se conoce como de ciclo cerrado. esta tecnología se utiliza cuando se tienen fluidos geotérmicos con temperaturas inferiores a los 200 °c en planta. en la tecnología binaria, los fluidos geotérmicos calientan un compuesto orgánico por medio de un intercambiador de calor. se usan compuestos orgánicos como n-pentano o

amoníaco, entre otros, que tienen bajo punto de ebullición y alta presión de vapor a bajas temperaturas. el vapor del compuesto orgánico es inyectado a una turbina que, a su vez, mueve un generador eléctrico, pasando luego a un condensador y retornando al ciclo. el fluido geotérmico que ha cedido el calor retorna al reservorio mediante pozos de reinyección. (C.Morzolf, 2021)

Marco de Referencia

La manera en la cual se espera generar el flujo eléctrico es mediante la técnica electroquímica redox basados en las investigaciones de celda galvánica, reacciones redox.

La electroquímica es la rama de la química que estudia la transformación entre la energía eléctrica y la energía química. Los procesos electroquímicos son reacciones redox (oxidación-reducción) en donde la energía liberada por una reacción espontánea se convierte en electricidad o donde la energía eléctrica se aprovecha para inducir una reacción química no espontánea. (R, Fundamentos de química, 2011)

Celdas Galvánicas

Al sumergir una pieza de zinc metálico en una disolución de CuSO_4 , el metal se oxida a iones Zn^{2+} y los iones Cu^{2+} se reducen a cobre metálico



Los electrones se transfieren directamente del agente reductor (Zn) al agente oxidante (Cu^{2+}) en la disolución. Sin embargo, si el agente oxidante se separa físicamente del agente reductor, la transferencia de electrones se puede llevar a cabo a través de un medio conductor externo (por ejemplo, un alambre metálico). A medida que progresa la reacción se establece un flujo constante de electrones que

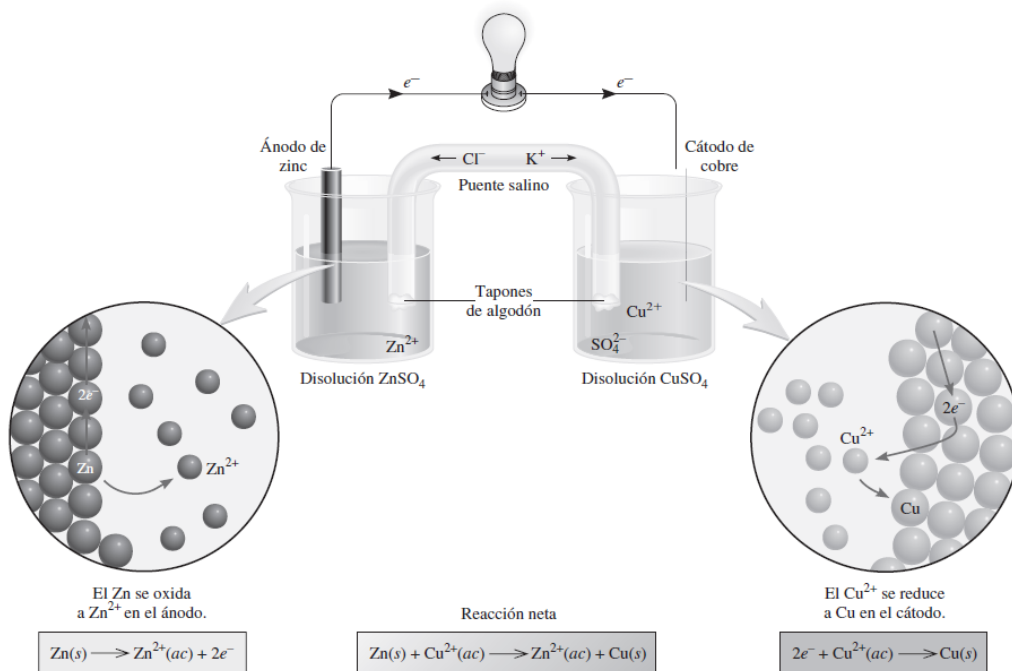
genera electricidad (esto es, produce trabajo eléctrico como el que impulsa a un motor eléctrico).

Una celda galvánica o voltaica es un dispositivo experimental para generar electricidad mediante una reacción redox espontánea. (Se le llama así en honor de los científicos Luigi Galvani y Alessandro Volta, quienes fabricaron las primeras celdas de este tipo.)

Los componentes fundamentales de las celdas galvánicas se ilustran en la figura 12.1. Una barra de zinc metálico se sumerge en una disolución de $ZnSO_4$ y una barra de cobre se sumerge en una disolución de $CuSO_4$. El funcionamiento de la celda se basa en el principio de que la oxidación de Zn a Zn^{2+} y la reducción de Cu^{2+} a Cu se pueden llevar a cabo simultáneamente, pero en recipientes separados, con la transferencia de electrones a través de un alambre conductor externo. (R, Fundamentos de química, 2011)

Figura 1

Redox



Fuente: (R, Fundamentos de química, 2011)

Una celda galvánica. El puente salino (un tubo en forma de U invertida), que contiene una disolución de KCl, proporciona un medio eléctricamente conductor entre ambas disoluciones. Las aperturas del tubo en forma de U están tapadas con pedazos de algodón para impedir que la disolución de KCl fluya hacia los contenedores mientras permiten que pasen los aniones y los cationes. Los electrones fluyen externamente del electrodo de Zn (ánodo) al electrodo de Cu (cátodo).

Alfabéticamente un ánodo precede al cátodo y la oxidación a la reducción. Por tanto,

el ánodo es donde ocurre la oxidación y el cátodo es donde tiene lugar la reducción.

(R, Fundamentos de química, 2011)

Especificaciones

En primer lugar, realizaremos el análisis de carga por bombilla led, la cual tiene un consumo de 2W y genera la iluminación de una bombilla de 55 vatios de resplandor mediante la aplicación de la técnica un litro de luz de la fundación Myshelter, la cual consiste en:

Un Litro de Luz usa materiales baratos, fácilmente disponibles para brindar una iluminación de alta calidad a las casas de comunidades pobres. Se colocan en el techo botellas de plástico recicladas, llenas de agua y un poco de lavandina, para brindar luz de día. Luego, se les pueden incorporar una lámpara LED, paneles micro solares y una batería para obtener un sistema de iluminación nocturna de bajo costo.

Un Litro de Luz trabaja junto a la comunidad local para fabricar los sistemas de iluminación y generar trabajo en el lugar. Al adoptar medios sociales y la filosofía de una tecnología abierta, el proyecto ha crecido de cero a la iluminación de 160.000 casas en Filipinas, y ya se ha expandido en todo el mundo. (luz, 2014)

La iniciativa busca alimentar una vivienda con 3 leds en tres zonas diferentes, alimentados por medio de una batería de tierra, esto es una secuencia de barras de zinc 1.9cm de diámetro y 10cm de longitud, una barra de cobre 1.6cm de diámetro y 10cm de longitud, a una distancia de separación de 50mm aisladas entre sí, dado que cada barra está dentro de un tubo de pvc de $\frac{3}{4}$ de pulgada con 15cm de longitud, tendremos una mejor eficiencia del sistema. Su conexión será en serie hasta alcanzar el voltaje deseado y si requiere un aumento en corriente se instalarán barras en paralelo, en nuestro prototipo se generó un voltaje de 550 mV por batería, la expectativa de este proyecto es mejorar la eficiencia de generación con el uso de barras de mayor longitud y diámetro, debido a que su contacto con la tierra que actúa como electrolito será mayor la generación de

diferencia de potencial eléctrico, basados en el principio de generación de energía eléctrica de Alessandro Volta (1800).

Aunque la apariencia de cada una de estas celdas sea simple, la explicación de su funcionamiento dista de serlo y motivó una gran actividad científica en los siglos XIX y XX, así como diversas teorías.

Las pilas básicamente consisten en dos electrodos metálicos sumergidos en un líquido, sólido o pasta que se llama electrolito. El electrolito es un conductor de iones.

Cuando los electrodos reaccionan con el electrolito, en uno de los electrodos (el ánodo) se producen electrones (oxidación), y en el otro (cátodo) se produce un defecto de electrones (reducción). Cuando los electrones sobrantes del ánodo pasan al cátodo a través de un conductor externo a la pila se produce una corriente eléctrica.

Como puede verse, en el fondo, se trata de una reacción de oxidación y otra de reducción que se producen simultáneamente. (R, Fundamentos de química, 2011)

Resultados del Voltaje Generado en el Prototipo

El proyecto consiste en analizar la tensión que pueden generar la tierra o diferentes tipos de tierras, que, al ser combinadas con agua y metales, como zinc y cobre, puedan generar energía eléctrica.

Figura 2

Prototipo



Fuente: Elaboración propia

Se hace una conexión en serie para hacer una sumatoria de tensiones la cual por cada vaso con tierra produce 500 mV.

Figura 3

Prototipo



Fuente: Elaboración propia

Descubrimos que entre menos acida sea la tierra produce mayor tensión, o diferencia de potencial que iban desde 0.5 hasta 0.8 (voltios), por la cantidad de componentes biológicos que tiene, si se le adiciona algo de cal, ofrece diferencias de potencial de entre 1.2 a 1.3 voltios, lo que se acerca a los valores de una pila AA convencional”

Figura 4

Prototipo



Fuente: Elaboración propia

Cuando añadimos un led observamos que enciende y la tensión se reduce.

Figura 5

Prototipo



Fuente: Elaboración propia

La tensión que se ha generado en el proyecto puede alimentar 2 leds de 1,5 V.

Figura 6

Prototipo



Fuente: Elaboración propia

Como se ha explicado, el suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos (agua) y gaseosos (aire). La adecuada relación entre estos componentes determina la capacidad de hacer crecer las plantas y la disponibilidad de suficientes nutrientes para ellas. La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.

Cálculos Eléctricos

Con el presente proyecto se espera suplir la necesidad de iluminación de viviendas, con un nivel de iluminancia de 30 lx, basados en los valores mínimos establecidos por el Retilap (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público) reglamentado por el ministerio de minas y energía.

Figura 7

Niveles de Iluminancia

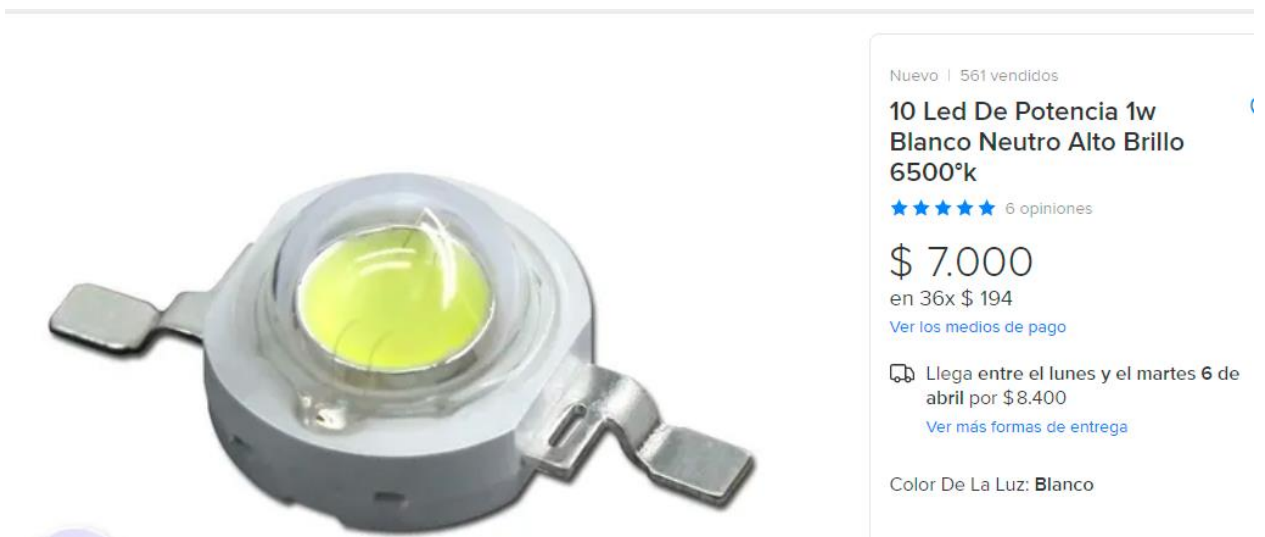
TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200

Fuente: (energia, 2010)

Como se puede apreciar en la figura 7, las áreas de circulación deben tener un nivel de iluminancia mínimo de 50 lx, se espera alcanzar un valor mínimo de 30 mediante el uso de 5 leds de 1w Vatio de potencia conectados en paralelo para mantener la diferencia de potencia igual para todos los leds, este paquete de leds se debe instalar dentro de la botella de agua, de manera aislada para que no sufran daños, y energizados por el sistema de generación electroquímica cobre, zinc.

Figura 8

Led 1w



Fuente: (Libre, 2021)

Descripción

LED BLANCO PURO o NEUTRO 1W ALTA CALIDAD 10 UNIDADES

Color: BLANCO PURO o NEUTRO

Voltaje: 3-3.6V DC.

Corriente: Max. 300mA.

Angulo: 120°

Temperatura de Color: 6500°K Blanco Puro o Neutro

Flujo Luminoso: 120lm

Marca del Chip: TAIWAN GENESIS.

Normas de Ingeniería

La principal entidad en verificación y regulación de normas es el Ministerio de minas y energía, mediante resoluciones realizan las modificaciones a las normas actuales vigentes en el territorio colombiano, además de participar en la revisión de normas internacionales aplicables en Colombia. (Energia, 2019)

Retie (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)

Este documento legal, permite regular las tareas inherentes a las instalaciones eléctricas, con el fin de salvaguardar la vida y proteger las edificaciones.

El RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía.

En el podemos encontrar los parámetros más importantes que deben ser tenidos en cuenta al momento de diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica en Colombia de la manera más segura posible, si bien este RETIE no se trata de una guía de diseño eléctrico ya que esta labor debe sr llevada a cabo por personal competente que ponga en práctica los cálculos e ingeniería necesaria según

lo establecido en el, es importante tener en cuenta que este es de “OBLIGATORIO” cumplimiento en este país.

El Retie siempre podrá estar disponible de forma gratuita en medio digital a Retie en la página web del ministerio de minas de Colombia allí está el documento que consta de 211 páginas en las cuales se dividen los 39 Artículos asociados con los lineamientos más importantes sobre la seguridad y buenas prácticas eléctricas.

(Certechnica, 2020)

NTC 2050 (Norma Técnica Colombiana 2050)

Este código eléctrico colombiano tiene como finalidad regular la práctica de instalaciones eléctricas y salvaguardar las personas y edificaciones contra los riesgos eléctricos.

ICONTEC entrega al país esta primera actualización de la NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano (CEC), fruto del análisis de un grupo de profesionales que participaron en el Comité Técnico 383000. El trabajo realizado recoge el interés general del sector eléctrico colombiano por lograr un primer acercamiento a las condiciones particulares de nuestro país, sin dejar de lado las condiciones socioeconómicas específicas de las diferentes regiones, razón por la cual se encontrarán nuevas disposiciones o modificaciones significativas a disposiciones existentes. Se pretende, además, estar al día en aspectos no considerados en el Código anterior, como por ejemplo el desarrollo de productos y tecnologías nuevas, o la experiencia acumulada en la aplicación de la norma. (2050, 2020)

a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran

necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Nota. Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

c) Intención. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.

(2050, 2020)

Retilap (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público)

Establece los requisitos y medidas que se deben cumplir en los sistemas de iluminación, garantizando la seguridad de las personas y los bienes.

El Reglamento establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, y dentro de estos últimos, los de alumbrado público en el territorio colombiano, inculcando el uso racional y eficiente de energía (URE) en iluminación. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas. (Energía, 2010)

Restricciones

IEC 60038 (comisión electrotécnica internacional) Voltajes estándar

Cuando se dan dos tensiones separadas por "/", la primera es la tensión de fase (entre un conductor de fase y el conector neutro), mientras que la segunda es la tensión de línea (entre dos conductores de fase). La relación entre la tensión de fase y la tensión de línea es la raíz cuadrada de tres (aproximadamente 1,732). Por ejemplo, $230 \text{ V} \times 1,732 \approx 400\text{V}$. Los voltajes trifásicos son para uso tanto en sistemas de cuatro hilos (con neutro) o de tres hilos

IEC 60364-5-51: Instalaciones eléctricas de baja tensión – Selección y montaje de equipos eléctricos Normas comunes.

Se ocupa de la selección de equipos y su montaje. Proporciona reglas comunes para el cumplimiento de las medidas de protección para la seguridad, requisitos para el funcionamiento adecuado para el uso previsto de la instalación y requisitos adecuados a las influencias externas previstas

IEC 690909-1: Corrientes de cortocircuito

Esta parte de IEC 6909 es un informe técnico aplicable a corrientes de cortocircuito en trifásicas.

Condiciones del país para el uso del suelo

En Colombia, la degradación de suelos se expresa de diferentes maneras; algunas de estas resultan particularmente preocupantes por el efecto negativo en sus funciones y servicios ecosistémicos. En la actualidad, los procesos de degradación más relevantes son la erosión (pérdida físico-mecánica del suelo por efecto del agua o del viento), el sellamiento de suelos con vocación agropecuaria (suelo ocupado por construcciones urbanas e infraestructura), la contaminación (presencia de residuos peligrosos de tipo sólido, líquido o gaseoso), la pérdida de la materia

orgánica, la salinización (presencia de sales en el suelo), la compactación (reducción del espacio poroso del suelo) y la desertificación (degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas); fenómenos que afectan gravemente a las regiones Caribe, Andina y Orinoquia y que comienzan a notarse en la Amazonia y en el litoral Pacífico, particularmente en zonas de acelerada deforestación y de explotación minera y petrolera.

El suelo como componente del ambiente ha sido tema de regulaciones que responden a las múltiples visiones que sobre él se tienen; así se han expedido normas sobre el suelo asociadas a su uso (agropecuario, minero, vivienda, infraestructura o como un bien a ser conservado y protegido, entre otros). No obstante, se han identificado las siguientes

problemáticas con respecto a la normas ambientales que abordan el tema del suelo (IDEAM, 2102a): a. Inexistencia de una percepción o definición del suelo unificada y general, que permita desarrollar reglamentaciones a partir de criterios generales ajustados a los principios y fines del Estado; b. Coexistencia de organizaciones que de manera directa o indirecta administran el territorio; c. Debilidades en la armonización de las normas existentes y posibilidades de colisión de competencias; d. Dificultad en la aplicación de las normas para la gestión del suelo.

De otro lado, es necesario promover el conocimiento, educación, capacitación y sensibilización, acerca de la importancia del suelo, sus funciones y servicios ecosistémicos, debido a que, la carencia de dicho conocimiento es una de las causas más relevantes de su degradación.

De acuerdo con lo anterior, se requiere una política que promueva la gestión integral ambiental del suelo en Colombia, en un contexto en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos y que facilite complementar, actualizar y articular acciones de distintas políticas públicas sectoriales que ya se han venido implementando.

La necesidad de esta política se establece en la Constitución Política de Colombia cuando plantea la exigencia de deberes encaminados a asegurar la preservación y conservación del ambiente en general, y de sus elementos en particular (entre ellos el suelo), deberes que se encuentran en cabeza del Estado y de los particulares

- Decreto Ley 2811 de 1974
- Decreto 704 de 1986
- Decreto 305 de 1998
- Decreto 2372 de 2010
- Decreto 2855 de 2006
- Decreto 1608 de 1978
- Parcialmente por el Decreto 1715 de 1978
- Decreto 1729 de 2002
- Decreto 4688 de 2005

Especificaciones de ingeniería

Especificaciones led

Hoja técnica (datasheet) led de potencia que se usara para circuito de iluminación sostenible

Figura 9

Led



LED DE POTENCIA 1W
BLANCO
SMD-3535 SIN DISIPADOR
LED-P1W130-120/3535

Especificaciones

Tipo de LED: SMD 3535
Ángulo de apertura: 120 grados
Encapsulado: Transparente
Sin base para disipador de calor

Temperatura de operación: 40 a 85 °C
Corriente nominal: 350mA
Temperatura de soldadura sin plomo: 245°C
(10 segundos máximo)

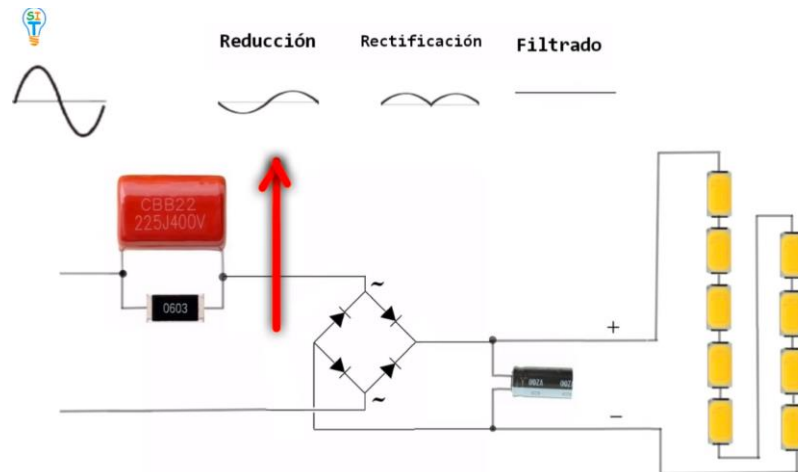
No de chips: 1

Colores disponibles	Temperatura de Color [K]	Voltaje de Operación [V]		Potencia [W]	Flujo Luminoso [lm]	
		Mín	Máx		Mín	Máx
W	5000-5500	3	3.4	1	100	130

Fuente: Datasheet led

Figura 10

Circuito led



Fuente: (Silva, 2020)

capacitor cbb22 225j400v

Capacitor no polarizado reduce el voltaje

Puente rectificador

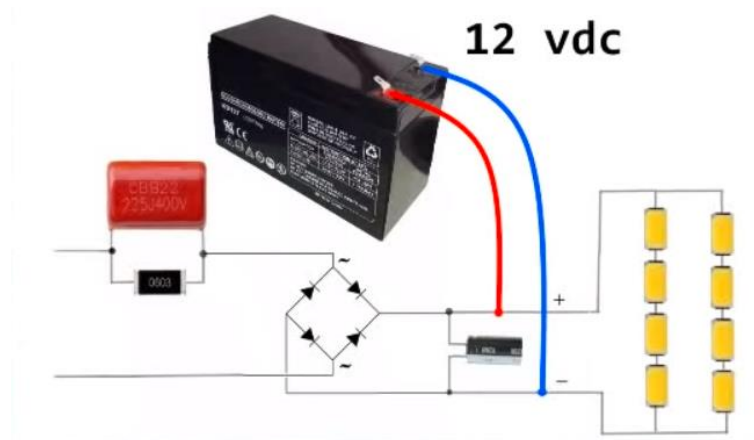
Filtrado, capacitor en paralelo, polarizado deja la señal recta

Diodo leds de 3v cada uno

De acuerdo al diagrama eléctrico las etapas establecidas son para un circuito con fuente de alimentación de entrada de 110 vac, el puente rectificador toma la señal de entrada alterna y rectifica en corriente directa con una salida de 27 vdc, el condensador en paralelo permite que la señal sea estable sin ruido para que pueda alimentar los leds que están en serie aclarando que no solo requiere una resistencia de protección en el condensador no polarizado, sino una resistencia en la señal positiva del voltaje rectificado para impedir que la corriente de entrada afecte los leds en serie se aclara que este circuito tiene alimentación de entrada, nuestro proyecto a través de las barras de zinc y cobre cargarían una batería lo que cambia las condiciones de entrada del voltaje como se explicara más adelante.

Figura 11

Circuito con Batería



Fuente: (Silva, 2020)

Las modificaciones para el proyecto con respecto a sus restricciones parten de su voltaje nominal de acuerdo a la norma se establece que los voltajes para baja en instalaciones residenciales es a partir de los 110vac en este se pretende hacer instalaciones eléctricas domiciliarias a partir de los 12 voltios de corriente directa. La modificación en voltaje de entrada cambio la tensión nominal y así los cálculos en cuanto a potencia voltaje y corriente además de los componentes eléctricos que

actúan como divisor de voltaje y purificación de la señal de alimentación.

Se tiene el voltaje de entrada de las barras de zinc y cobre que genera un voltaje de 12 voltios 7.5 amperios lo suficiente para generar carga a la batería. Dado que $R=I/V$ teniendo en cuenta el voltaje de alimentación se calcula que la resistencia que soporta la corriente de entrada es de 1.6 ohm, para $P=I.V$ la potencia equivale a 1 vatio la corriente de entrada es de 7.5 amp el consumo lo define el circuito ya que solo los leds generan este consumo así pues se establecería la tensión nominal de entrada, la corriente que circula a través del circuito y la potencia con la cual van a trabajar los leds.

En cuanto a la norma por instalación y cableado la norma requiere cableado acorde a la corriente que se va a disponer para la instalación siendo una de baja de tensión con una corriente definida de 7.5 amp y un voltaje de 12 voltios la instalación dependerá de la resistencia del cable ante las condiciones que se va a emplear en este caso se dispondría cable encauchetado 5x12 600 voltios, según norma se identificaría polaridad del cable con respecto a sus colores dispuestos.

Dentro del cálculo de tensión nominal la corriente de corto circuito en este caso se reduce a los componentes electrónicos como la resistencia de 1.6 ohm y el condensador de 47 mf a 50 v la corriente fluiría de manera estable hacia los leds y disminuye el ruido a través del condensador en paralelo también es importante establecer a la entrada un diodo de protección 1n4007 para la distribución estable del voltaje y corriente.

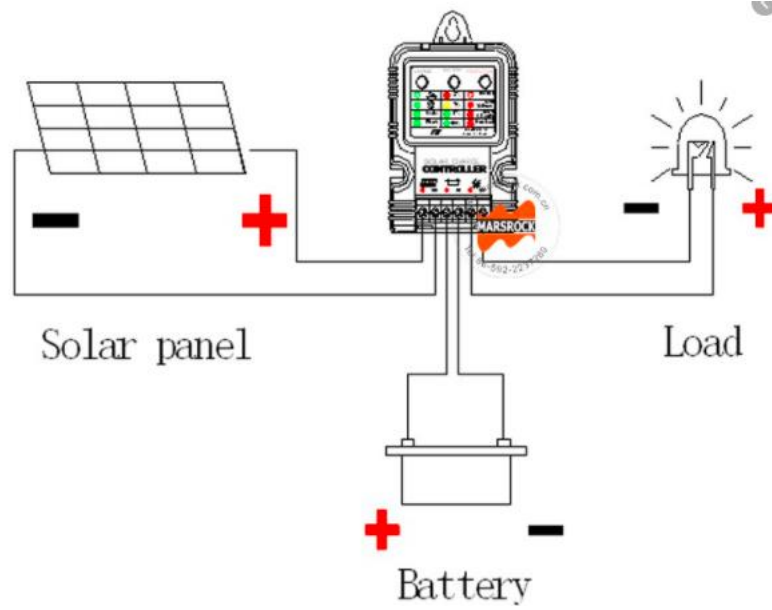
A través de estas soluciones se genera una corrección adaptando las normas establecidos para instalaciones domiciliarias de baja tensión al proyecto de instalaciones domiciliarios con energía sostenible

Solución alternativa

Una solución alternativa a esta problemática sería: la implementación de paneles solares independientes por casa, un panel solar de 50w, pero adicional a este panel se necesita la unidad de almacenamiento de energía y un regulador de carga del regulador del panel solar 12v / 10 A, pero esta propuesta incrementa los gastos de instalación y materiales.

Figura 12

Circuito de iluminación con panel solar



Fuente: (Alicdn, 2020)

Figura 13

Matriz FODA Cruzada

	<p>Fortalezas- F</p> <p>1 Instalación practica</p> <p>2 Materiales económicos</p> <p>3 Materiales accesibles</p>	<p>Debilidades- D</p> <p>1 Baja generación de energía</p> <p>2 Solo iluminación</p> <p>3 Propuesta experimental</p>
<p>Oportunidades – O</p> <p>1 Gran demanda en el sector</p> <p>2 Posible apoyo del gobierno</p>	<p>Estrategia – FO</p> <p>1 Emprendimiento y generación de empleo F1, F2, F3, O1, O2</p>	<p>Estrategia – DO</p> <p>1 Empezar investigación profunda para aumento de la capacidad de generación, D1, D2, D3, O2</p>
<p>Amenazas – A</p> <p>1 Riesgo de incendio</p> <p>2 Sectores remotos</p>	<p>Estrategia – FA</p> <p>1 Usar aislamiento de calidad en los cables, garantizar instalación responsable y realizar capacitación de cuidados, F1, F2, A1</p>	<p>Estrategia – DA</p> <p>1 Realizar pruebas antes de instalación para garantizar seguridad, D3, A1</p> <p>2 Realizar amplia planeación, con visita del sector antes de transportar materiales, D3, A2</p>

Fuente: Propia

Análisis de Coste del Diseño*Figura 14**Coste del Diseño*

ANALISIS COSTO DE DISEÑO ILUMINACIÓN 3 AREAS DIFERENTES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
Barra de zinc	1.20 12mm	75.000
Barra de cobre	1.20cm 12mm	70.000
Batería	12 voltios 7.5 amperios	8000
Cable	AWG 26 15 mts 5 hilos	37000
Led	12 voltios 1 watio	6000
Regulador	7812	2000
Proteccion	Circuito de salida	10000
Canaleta	3 mts	17.500
Resistencia	1k ohmio 1/2 watio	1000
Tubo PVC	1/2 pulgada 3 mts	43.000
Instalación	mano de obra	150000
		419.500

Fuente: Propia

Conclusiones

Se demostró mediante el prototipo presentado en el informe, que es posible la generación de 12V en corriente continua, para alimentar 3 bombillas led, estas bombillas podrán cubrir la necesidad de iluminación en sectores del Amazonas, donde no se cuenta con este servicio.

El coste del proyecto es accesible para estas personas de escasos recursos, el montaje y mantenimiento del sistema es practico y económico, a diferencia de otras opciones en generación de energía como lo son los paneles solares, los cuales no dejan de ser una muy buena opción y evidentemente cuentan con mayor tecnología, pero lamentablemente sus costos aun son muy elevados para la implementación en este tipo de poblaciones.

Es necesario continuar con la investigación ya que las necesidades de esta población respecto a generación de energía son mayores y con esta solución solo se cubre la iluminación.

Referencias

2050, N. (2020). Obtenido de

<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>

A., J. L. (2016). *CONSTRUCCIÓN DE UNA CELDA ELECTROQUÍMICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA*. Pereira.

Alicdn. (2020). Obtenido de https://ae01.alicdn.com/img/pb/346/266/857/857266346_285.jpg

C.Morzolf, N. (2021). *IDB*. Obtenido de

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Emprendimiento-de-la-energ%C3%ADa-geot%C3%A9rmica-en-Colombia.pdf>

Certecnica. (2020). Obtenido de <https://certecnica.com/que-es-rette/>

energia, M. d. (2010). Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/20729-7853.pdf>

Energia, M. d. (2010). Obtenido de

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/20729-7853.pdf>

Energia, M. d. (2019). Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/rette>

Libre, M. (2021). Obtenido de <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-474175299-10-led-de-potencia-1w-blanco-neutro-alto-brillo-6500k->

[_JM?matt_tool=99279475&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=11584883659&matt_ad_group_id=115595145969&matt_match_type=&matt_network=g&matt_d](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-474175299-10-led-de-potencia-1w-blanco-neutro-alto-brillo-6500k-_JM?matt_tool=99279475&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=11584883659&matt_ad_group_id=115595145969&matt_match_type=&matt_network=g&matt_d)

luz, U. l. (2014). *Word habitat*. Obtenido de <https://world-habitat.org/es/premios-mundiales-del-habitat/ganadores-y-finalistas/un-litro-de-luz/#award-content>

R, C. (2011). Fundamentos de química. En C. R, *Fundamentos de química* (pág. 404).

R, C. (2011). Fundamentos de química. En C. R, *Fundamentos de química* (págs. 406-407).

Silva, D. (2020). *Truco para convertir un foco LED de 120v a 12v!* Obtenido de

<https://www.youtube.com/watch?v=eAwwOXcNIBk>

UPME. (2015). Obtenido de https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p73-100.pdf

UPME. (2019). Obtenido de

http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Informacion_Base_PIEC_Dic302019.pdf

UPME. (2020). Obtenido de

<https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/PETROLEO.aspx>

Vivas, J. (2019). *El tiempo*. Obtenido de [https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-](https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-lugares-que-aun-viven-sin-energia-electrica-en-colombia-325892)

[lugares-que-aun-viven-sin-energia-electrica-en-colombia-325892](https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-lugares-que-aun-viven-sin-energia-electrica-en-colombia-325892)