



**PRESENTA**  
JESUS ALBERTO VELASCO ALVAREZ

**TITULO**

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE MEDIANTE UN MODELO  
FOTOVOLTAICO A PARTIR DE DIODOS

**DOCENTE**  
GABRIEL MAURICIO YAÑEZ BARRETO

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia  
2019

## Índice

Resumen del Proyecto: .....	1
<b>1. TÍTULO DE LA PROPUESTA:</b> generación de energía eléctrica renovable mediante un modelo fotovoltaico a partir de Diodos. ....	2
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</b> .....	2
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	4
3.1 OBJETIVO GENERAL: .....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>4. JUSTIFICACIÓN:</b> .....	4
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
5.1 INICIO EN LA ENERGIA SOLAR.....	6
5.1.1 RADIACIÓN SOLAR .....	7
5.1.2 TEMPERATURA Y CALOR.....	8
5.1.3 DEFINICION RADIACIÓN .....	9
5.1.4 LEYES RADIACIÓN.....	9
5.2 ENERGIA SOLAR TERMICA .....	9
5.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	11
5.3.1 CELULA SOLAR.....	11
5.3.2 SILICIO AMORFO, MONOCRISTALINO Y POLICRISTALINO .....	13
5.4 ESTADO DEL ARTE: .....	14
<b>6. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA</b> .....	16
6.1 RIESGOS ACTUALES ENERGETICOS.....	16
6.2 DEMANDA ENERGETICA EN COLOMBIA .....	19
6.3 PLANTEAMIENTO .....	22
6.3.1 CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS Y TEORIAS PARA EL PANEL SOLAR....	22
6.3.2 TEORIA DEL DIODO Y FUNCION .....	23
6.3.3 CURVA CARACTERISTICA DEL DIODO .....	26
6.3.4 DIODOS EN PARALELO Y EN SERIE .....	28
6.4 DISEÑO DEL PROTOTIPO EN PROTEUS.....	30
6.4.1 DIODOS EN SERIE Y PARALELO PROTEUS .....	30
6.5 HERRAMIENTAS Y FABRICACION DEL PROTOTIPO .....	34
6.5.1 PROCESO DE SOLDADURA DE DIODOS.....	36
6.5.2 SOLDADURA BLANDA.....	36
<b>7. PRUEBAS, ANALISIS Y RESULTADOS</b> .....	38
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>9. CRONOGRAMA</b> .....	42

10. BIBLIOGRAFIA .....	43
Bibliografía.....	43

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa de Radiación Solar Global, República de Colombia, 2019.....	3
Ilustración 2 representación experimento Horace de Saussure .....	7
Ilustración 3 Transferencia de calor .....	8
Ilustración 4 Calentador solar de agua .....	10
Ilustración 5 Célula solar.....	12
Ilustración 6 Esquemas células fotovoltaicas .....	13
Ilustración 7 Investigación aplicada .....	22
Ilustración 8 Diodo sin polarizar .....	24
Ilustración 9 Diodo polarización directa .....	25
Ilustración 10 Grafica corriente-voltaje .....	25
Ilustración 11 Ánodo y cátodo del diodo .....	26
Ilustración 12 Curva característica del diodo .....	27
Ilustración 13 Diagrama y características diodos en serie .....	28
Ilustración 14 Diodos en paralelo.....	29
Ilustración 15 Diodos en serie-paralelo.....	30
Ilustración 16 Fuente batería .....	31
Ilustración 17 Asignación voltaje de batería .....	32
Ilustración 18 Diagrama de circuito de diodos.....	33
Ilustración 19 Diodo 1n4007 .....	34
Ilustración 20 Diodo 1n4007 exponiendo núcleo de silicio .....	35
Ilustración 21 diodos en lamina de acrílico .....	36
Ilustración 22 Vista del circuito del panel.....	37
Ilustración 23 Montaje real medición valores I-V .....	38

## Resumen del Proyecto:

Las energías renovables son una alternativa para suplir la demanda energética en zonas apartadas y mitigar los efectos del cambio climático, muchas poblaciones alrededor del mundo carecen de electricidad por la dificultad para llevar el servicio a esas áreas, por ende, se busca el desarrollo y diseño de nuevas fuentes que puedan ser transportadas e instaladas en dichos sitios y que además suplan la demanda energética de forma sencilla y económica.

Una perspectiva de estas opciones energéticas es el ahorro que podría darse al ser instaladas en sitios que ya cuentan con una red eléctrica reduciendo costos de consumo y así mismo devolviendo flujo eléctrico al sistema nuevamente como lo es en algunos casos que la generación de energía suple las necesidades energéticas y el sobrante es devuelto a la red eléctrica, de esta forma se genera un ahorro.

Muchos modelos se han propuesto alrededor del mundo haciendo cada vez más frecuente el uso de estos, más que todo en sitios donde las redes eléctricas no llegan muchas veces por lo costoso de su implementación o por que la comunidad que lo requiere se encuentra lejos de pueblos o ciudades principales, entonces haciendo alusión al bum de las energías renovables se han generado propuestas interesantes que aprovechan el entorno para suplir estas necesidades.

La idea principal es diseñar un modelo que nos permita generar energía eléctrica para ello se utilizara un método renovable por medio de energía solar fotovoltaica, se debe diseñar el sistema para evitar las máximas pérdidas energéticas e inerciales posibles, ya dicho lo anterior se requiere realizar pruebas con el diseño propuesto teniendo en cuenta los trabajos ya realizados e investigaciones previas para así establecer la mejor forma estructural para generar energía eléctrica, con el método llamado efecto fotovoltaico se utilizarán materiales semiconductores que facilitan la conducción de la electricidad, en este caso por medio de diodos que resultan eficaces ya que su interior está estructurado por silicio, material que es utilizado para las celdas solares. Cuando incide luz sobre un semiconductor, la energía suministrada ayuda a darle mayor movilidad a algunos de los electrones presentes en el material, por lo que su capacidad para conducir la electricidad aumenta., este con el fin de utilizar recursos económicos y reciclables en comparación a la celda solar.

Ya teniendo el modelo la idea es analizar el rendimiento de la propuesta para tener una forma de alimentación energética, teniendo en cuenta factores ambientales, económicos y eficientes para instalar en lugares óptimos. El proyecto se dirige principalmente a ayudar a la disminución del consumo eléctrico en la institución universitaria Politécnico Grancolombiano entonces se estudiará una manera adecuada para instalar los dispositivos y que a su vez genere un impacto positivo en la institución y la población estudiantil.

Palabras Claves: energía, efecto fotovoltaico, silicio, celdas solares.

**1. TITULO DE LA PROPUESTA:** generación de energía eléctrica renovable mediante un modelo fotovoltaico a partir de Diodos.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La generación de energía en el mundo ha visto cambios enormes en su producción, pasando desde simple curiosidad en la época antigua a volverse parte necesaria de la vida moderna y donde todo requiere energía eléctrica para su funcionamiento, desde prender un bombillo hasta para producción en serie de algún producto, pero es bien sabido que la producción energética no es del todo amigable con el medio ambiente y tiene ciertos riesgos sociales, ambientales y biológicos (Martínez, 2008).

En la época nuclear la energía eléctrica fue producida por plantas nucleares que generaban altas cantidades de energía para poblaciones enteras pero estas plantas sufrieron fallas y una de las más lamentables de la historia reciente es la de la planta nuclear de Chernóbil que genero grandes cantidades de toxicidad y radioactividad en el ambiente y que hasta el día de hoy sigue con niveles altos de radioactividad, otro suceso desafortunado fue el terremoto en Japón en el 2011 que produjo que la planta nuclear de Fukushima fuera destruida, este suceso comparte la escala de desastre junto a Chernóbil (Sánchez, 2007).

Dada la historia reciente se ha buscado la manera para producir energías limpias y eficientes sin requerir grandes represas o plantas nucleares que puedan producir efectos negativos en la población y en la naturaleza, un ejemplo de esto es la energía eólica que es propulsada por el viento gracias a unas turbinas diseñadas para captar toda corriente que pase por sus aspas, la energía solar que es producida por los rayos solares que son captados por unos paneles fotovoltaicos que convierten la energía generada por el sol en energía eléctrica y por último la producción de energía por medio de fluidos hidráulicos en una escala menor a las represas.

¿Para qué se ha buscado alternativas en la producción de energía?, en muchos países existen lugares donde no se puede llevar una red eléctrica por la dificultad del terreno o su lejanía de las capitales o pueblos, entonces la idea es buscar alternativas que satisfagan la necesidades eléctricas de estas poblaciones y por ende mejorar la calidad de vida, en muchos países con deficiencia eléctrica este tipo de soluciones permitirían un desarrollo social, económico y energético en proporción a su uso y su eficacia.

En la India se han realizados estudios y proyectos que le permitan a las poblaciones alejadas tener electricidad, debido a su dificultad geográfica no han logrado llevar a cabalidad una red eléctrica que supla las necesidades del 100% de la población y mucho menos de los agricultores, así que personas se pusieron manos en acción y han permitido por medio de generadores energéticos mejorar la calidad de vida de estas personas.

En Colombia muchos municipios, caseríos o poblaciones carecen de energía eléctrica por la variabilidad topográfica y el atraso evidente en la renovación e implementación de nuevas redes eléctricas y por ende es de gran ayuda estas soluciones energéticas además por la posición geográfica

del país donde las energías renovables pueden ser utilizadas ya que en el país no hay estaciones que oculten el sol o congelen sus ríos (Colombia tiene una cantidad considerable de ríos y afluentes).

Dado lo expuesto hasta el momento se determinó estudiar el uso de energía solar fotovoltaica para la generación eléctrica, la idea es establecer el modelo, diseño y parámetros adecuados para la generación eficiente de energía dependiendo de las necesidades que se presenten, por ejemplo, en la universidad Politécnico Grancolombiano se busca reducir el consumo energético y buscar fuentes renovables para generar valor agregado a su población estudiantil y su demanda energética.

Bogotá es la ciudad capital de Colombia donde se encuentra ubicada la institución universitaria Politécnico Grancolombiano ya que allí la aplicación de esta tecnología es conveniente ya que por su ubicación el nivel de radiación solar es alto. Por otro lado, en términos generales Bogotá recibe entre 4,0 a 4,5  $\text{KWh/m}^2$  kilovatio-hora por metro cuadrado (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, 2019) como se muestra en la siguiente ilustración:

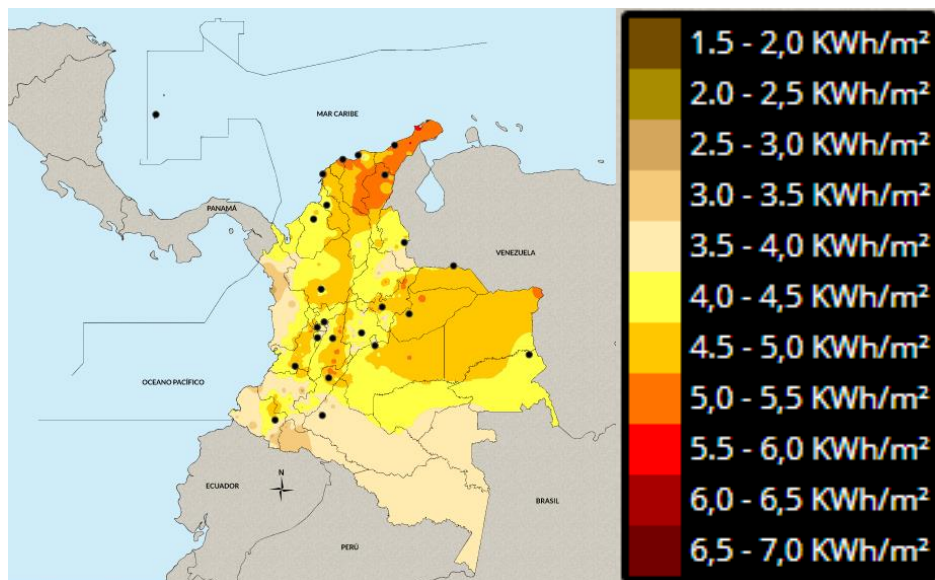


Ilustración 1 Mapa de Radiación Solar Global, República de Colombia, 2019

Fuente: (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, 2019) INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, M. Y. (2019). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Teniendo una idea de la radiación solar diaria que se muestra en la Ilustración 1 (Colombia) se determina usar este recurso aprovechando esta energía ilimitada por medio de la amplia área y espacio libre para el consumo de la institución donde la comunidad estudiantil y profesorado gozaran, el problema a resolver es, ¿cuál de estas energías sería la mejor forma y en qué lugares estratégicos podría funcionar y así generar la mayor cantidad de energía?

Analizando las posibilidades podríamos adecuar el diseño por medio de elementos reciclables, el uso de la energía fotovoltaica. Así generar un impacto positivo ambiental al utilizar estos recursos para generar energía, después debemos analizar el comportamiento y sistema eléctrico generado de ambas propuestas para recibir los fluidos eléctricos, radiación solar y medir los datos de salida de los dispositivos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL:**

Fabricar un prototipo fotovoltaico por medio de elementos reciclables y de bajo costo para la generación de energía eléctrica, alimentado por radiación solar para así medir el alcance de energía generada por el modelo a escala, para el estudio y análisis de esta opción renovable.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio prudente de la energía solar y modelos fotovoltaicos, para el desarrollo y creación del prototipo a escala.
- Diseñar el esquema del circuito por medio de la herramienta Proteus para el desarrollo en proceso del modelo.
- Desarrollar simulaciones en ISIS Proteus que permitan observar el comportamiento teórico del prototipo fotovoltaico.
- Fabricar el prototipo físico y medir el nivel generado de energía eléctrica y su capacidad.
- Generar energía eléctrica a partir de diodos en serie-paralelo como panel solar aprovechando las condiciones geográficas de la zona como un modelo funcional y eficaz para su utilización.

### **4. JUSTIFICACIÓN:**

La falta de recursos de las fuentes tradicionales de energía (combustibles fósiles) ha alertado a los países a buscar soluciones energéticas alternativas, Colombia debido a su posición geográfica tiene recursos inagotables que pueden ser utilizados a favor para este tipo de energías renovables ya sea el sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación y calor de la tierra. En la actualidad la generación de energía principalmente en Colombia se basa en hidroeléctricas de grandes magnitudes con grandes afluentes de agua el cual es un recurso limitado, como segundas alternativas encontramos los combustibles fósiles las cuales se están agotando rápidamente, en otros países donde los afluentes son escasos se genera electricidad mediante grandes plantas nucleares (que en el mayor de los casos genera un riesgo para los habitantes circundantes) y también se puede generar energía mediante el petróleo, estas grandes generadoras de energía tienen un aspecto muy negativo con el medioambiente y con sociedades cercanas, por eso se está buscando cambiar estos paradigmas por unos más amigables, muchos países están optando por grandes granjas de energía solar debido a que esta energía es ilimitada y eficiente sin embargo costosa, pero existen maneras aún más

ecológicas y reciclables para esta circunstancia , también existen propuestas como grandes pilares de turbinas para aprovechar el potencial del viento, en zonas más apartadas pero que contengan afluentes se puede encontrar la solución de pequeñas plantas generadoras de energía mediante los fluidos de estos mismos afluentes.

Es de conocimiento general que la sociedad actual es dependiente de la electricidad para sus comodidades, como lo son: la diversión, alimentación, trabajo, etc., esto por parte de las grandes urbes o de los pueblos, la idea de llevar una alternativa energética a sociedades apartadas tiene un determinante que es el mejorar su calidad de vida a un costo razonable, según El Espectador “unas 470.000 viviendas no tienen acceso al servicio de electricidad. El Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica, realizado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía, considera que se requieren poco más de \$4,3 billones para la universalización del servicio. Con una mínima parte que suman los diferentes procesos de corrupción se podría llevar energía a esos 2,5 millones de colombianos que permanecen en la oscuridad.” (Jorge, 2017)(Jorge, S. (07 de Agosto de 2017). Obtenido de El Espectador: <https://www.elspectador.com/economia/en-penumbras-25-millones-de-colombianos-no-tienen-energia-electrica-articulo-706892>).

Según el artículo citado se puede determinar que el costo de llevar energía a las familias sin este servicio es alto sin contar con la corrupción y la gestión gubernamental, entonces se abre una búsqueda de llevar este servicio de formas más rápidas y fáciles además de amigables con el medio ambiente, podemos aplicar perfectamente el hecho de que en Colombia hay un nivel considerable para la utilización de la radiación solar y que muchas de estas familias cuenta con un gran sector rural para sistemas fotovoltaicos se puede utilizar ese potencial para suplir esta necesidad.

## **5. MARCO TEÓRICO**

El siguiente trabajo analiza soluciones a problemáticas energéticas que aquejan poblaciones alrededor del mundo, en países como la India y China muchos estudiantes basan sus trabajos de investigación en este tipo de soluciones ya que muchas personas y familias se encuentran alejadas de las grandes urbes y no es factible la instalación de redes eléctricas por alguna dificultad geográfica para llegar al sitio o por su costo, así mismo alrededor del mundo se está creando la tendencia a las energías renovables ya que este tipo de tecnología podrían suplir de forma eficiente el mercado que las fuentes de energía no podrían además de dar una solución innovadora en la generación de energía, teniendo en cuenta una opción renovable como lo es la energía solar fotovoltaica, Colombia cuenta con un gran potencial de radiación solar, pero la falta de conocimiento de su utilización ha evitado que las personas naturales y jurídicas se motiven a esta implementación, esta energía es inagotable ya que su generador es el sol, cuenta con una fácil instalación al igual que la operación. Actualmente se cuenta con el atlas solar, ultravioleta y ozono de Colombia que provee información dedicada a la radiación , brillo solar, humedad y temperatura gracias a estaciones meteorológicas satelitales alrededor del país , estas variables son tomadas en cuenta en su mayoría a la intensidad radiante en la superficie del país , la investigación es proporcionada por el Instituto

de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) estos valores son promedios mensuales y anuales desde 1981 (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, 2019).

llevándolo a algo específico se pretende crear un modelo eficiente para su análisis e implementación como propuesta en la institución universitaria Politécnico Grancolombiano y así poder generar un ahorro de energía y además el ser consecuentes con la actualidad ambiental, así que, ¿Cómo se pretende crear el modelo fotovoltaico eficiente para su implementación en la institución?

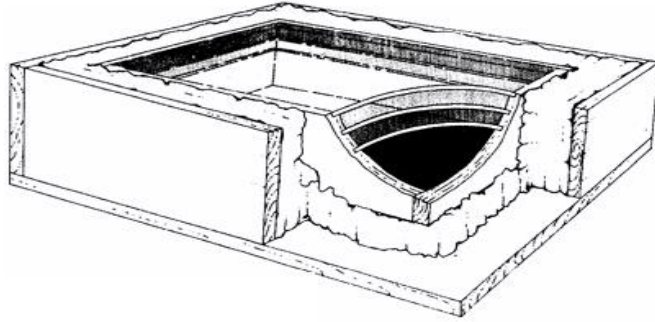
“Los consumidores tienen hoy en día un amplio abanico de posibilidades de cara a elegir como gestionan su suministro de electricidad” (José Ignacio Pérez Arriaga, investigador principal informe “Utility of the future”), en la actualidad hay muchas formas de ahorro energético, de generar electricidad y de usar este recurso, entonces podemos centrar las teorías en generar electricidad por medio de radiación para que las personas apliquen estas tecnologías, beneficiando así a lugares con una densidad baja de pobladores.

## 5.1 INICIO EN LA ENERGIA SOLAR

El sol es la principal fuente de vida para nuestro planeta , sin contar que emite una potencia de 62.600 Kilovatios por cada metro cuadrado de la superficie , esto a lo largo de la vida de esta estrella, como la conocemos es un estrella joven proporcionando una fuente inagotable de energía renovable , esta energía ha sido utilizada a través del tiempo por los antiguos griegos , romanos y chinos para generar en su principio fuego , simplemente con un espejo cóncavo (Lupa) que concentra la luz solar en un punto y gracias a un elemento combustible generar fuego, en su transcurso se llegó a la concentración del calor solar en industrias químicas y cerámicas por medio de radiación solar.

Los materiales cerámicos son colectores para uso de energía solar térmica, de modo que su funcionamiento permite que por medio de agua cercana al punto de ebullición a presión atmosférica cumpla con la absorción de la energía solar, se compone de una cerámica y un contenedor de acero inoxidable donde el agua es almacenada (Alonso, 2015).

Leonardo da Vinci en los siglos XVII y XVIII fabrico hornos solares almacenando la radiación solar concentrada con cerámica, química y metalurgia. Causa de esto: en el año 1744 Joseph Priestley, construyo un horno solar con un lente cóncavo de 1 metro de diámetro consiguiendo 1.700 °C fundiendo platino y gracias a estos experimentos descubrió el oxígeno. Con el fin de aprovechar el calor el filósofo suizo Horace de Saussure en 1767 crea la caja negra o caja caliente.



*Ilustración 2 representación experimento Horace de Saussure*

Fuente: (Archive, s.f.)Archive, T. S. (s.f.). Obtenido de <http://solarcooking.org/saussure.htm>

Saussure construyó una trampa de calor de Vidrio como se muestra en la Ilustración 2 al exponer el aparato al sol por unas horas girándolo para que la luz del sol sea perpendicular a las cubiertas de vidrio, la caja más externa presentaba menor temperatura, mientras la caja más interior presentaba una temperatura de 87,5 °C (Alvarez Daneri, 2012).

Estos instrumentos en actualidad siguen siendo usados para investigaciones relacionadas a la producción de combustibles como hidrogeno.

El estudio proporciono e impulso el estudio de esta energía solar a lo largo del tiempo, gracias a esto se visualizó la gran aplicabilidad y potencial, en este caso de inicio, como tapas de cristal puestas en cajas expuestas al sol absorben energía solar en la superficie negra del aparato que finalmente se convierte en calor. Gran parte de ese calor se libera de ese vidrio como aire caliente y radiación térmica es decir gracias a su temperatura esta radiación es electromagnética generado por el movimiento térmico de las partículas que hay en la materia, en términos generales esta energía renovable para su uso tecnológico se clasifica en 2 tipos: la energía solar térmica y solar fotovoltaica; esta investigación estará enfocada en la utilización fotovoltaica, ya que esta es la única que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

### **5.1.1 RADIACIÓN SOLAR**

La superficie de la tierra absorbe la energía proveniente del sol y esta misma genera su propia energía se produce un intercambio y balance de energía en el sistema atmosférico la energía que este Sistema recibe la Tierra, suelos y océanos, y también la atmósfera, absorben energía solar e irradian en forma de calor en todas direcciones.

## 5.1.2 TEMPERATURA Y CALOR

Temperatura y calor, estos términos en muchas ocasiones son confundidos, en el hecho de que se piensa que son lo mismo, pero realmente son dos términos distintos. La temperatura es una magnitud física que se refiere a la sensación de frío o caliente al tocar alguna sustancia. En cambio, el calor es una transferencia de energía de una parte a otra de un cuerpo, o entre diferentes cuerpos, producida por una diferencia de temperatura. El calor es energía en tránsito; este siempre fluye desde un objeto o material de temperatura mayor a un objeto de menor, con esto se quiere decir que se eleva la temperatura de la zona más fría y al transferirse se reduce la de mayor temperatura, esto sucede siempre y cuando el volumen de los cuerpos sea constante, para este fenómeno se requiere de un trabajo.

La materia está formada por átomos o moléculas que están en constante movimiento, por lo tanto, tienen energía de movimiento, llamada energía cinética. Los continuos choques entre los átomos o moléculas transforman parte de la energía cinética en calor, cambiando la temperatura del cuerpo (ZEMANSKY, 2009).

Entonces queda claro que calor y temperatura son conceptos diferentes, pero ambos están relacionados. Cuando dos cuerpos que tienen distintas temperaturas se ponen en contacto entre sí, se produce una transferencia de calor (energía) desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura. La transferencia de calor se puede realizar por tres mecanismos físicos: conducción, convección y radiación, que se ilustran en la Ilustración 4. Aunque estos tres procesos de transferencia de calor los describimos en forma separada, actúan simultáneamente en el sistema Tierra- Atmósfera - Océano, transfiriendo calor entre la superficie de la Tierra (tanto del suelo como del mar) a la atmósfera.

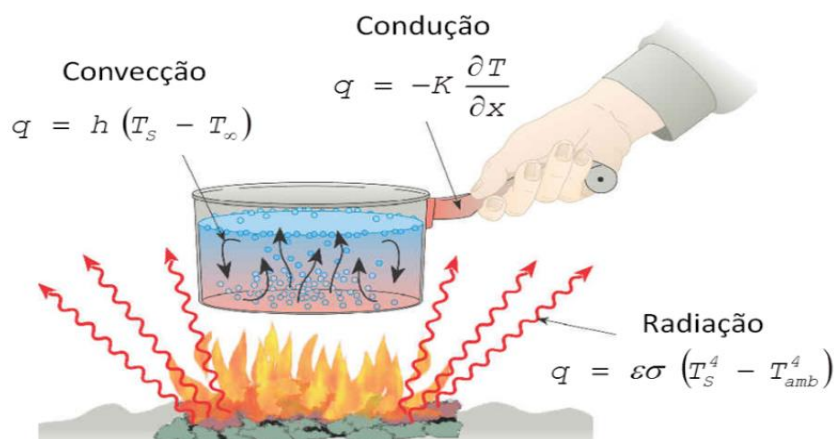


Ilustración 3 Transferencia de calor

Fuente: (calor, s.f.) calor, T. d. (s.f.). *Físic*. Obtenido de <https://www.fisic.ch/contenidos/termodin%C3%A1mica/trasferencia-del-calor/>

### 5.1.3 DEFINICION RADIACION

La radiación se conoce como la transferencia de energía por ondas electromagnéticas, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones. La radiación es un proceso de transmisión de ondas o partículas a través del espacio o de algún medio. Todas las formas de radiación son producidas por cargas aceleradas. Diferente a los casos anteriores, las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse. Así, estas ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la Tierra desde el Sol y las estrellas. La longitud de onda ( $\lambda$ ) y la frecuencia ( $\nu$ ) de las ondas electromagnéticas, relacionadas mediante la expresión  $\lambda\nu = c$ , son importantes para determinar su energía, su visibilidad, su poder de penetración y otras características. Independientemente de su frecuencia y longitud de onda, todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad  $c = 299.792 \text{ km/s}$ .

### 5.1.4 LEYES RADIACION

El sol realiza una interacción con la tierra gracias a la energía radiante, este tiene 3 leyes fundamentales dentro de este contexto:

1. Todos los objetos emiten energía radiante, cualquiera sea su temperatura, por ejemplo, el Sol, la Tierra, la atmósfera, los Polos, las personas, etc.
2. Los objetos con mayor temperatura radian más energía total por unidad de área que los objetos más fríos. Por ejemplo, el Sol con una temperatura media de 6000 K en su superficie, emite  $1.6 \times 10^5 \left(\frac{6000}{300}\right)^4$  veces más energía que la Tierra con una temperatura media en superficie de 290 K = 17° C.
3. Los cuerpos con mayor temperatura emiten un máximo de radiación en longitudes de ondas,  $\lambda$ , más cortas. Por ejemplo, el máximo de energía radiante del Sol se produce para longitudes de onda  $\lambda \sim 0.5 \mu\text{m}$ , para la Tierra en  $\lambda \sim 10 \mu\text{m}$ , (INZUNZA).

En términos generales la radiación se deriva en factores los cuales la afectan directamente entendemos la radiación como un solo concepto, pero en este trabajo de investigación indagaremos los dos tipos de receptores para la energía renovable y son clasificados como: Energía solar térmica y energía solar Fotovoltaica.

## 5.2 ENERGIA SOLAR TERMICA

En principio el aprovechamiento de la energía del sol fue gracias a “caja caliente” en sus primeros términos, esta tecnología perduro hasta nuestros días gracias a Saussure como se mencionó anteriormente la caja caliente son las cocinas solares: basta poner en su interior recipientes oscuros

conteniendo los alimentos que se desea cocer. El concepto de la caja caliente es también la base del funcionamiento del dispositivo solar más usado en el mundo actual: el calentador solar plano para agua Ilustración 5.

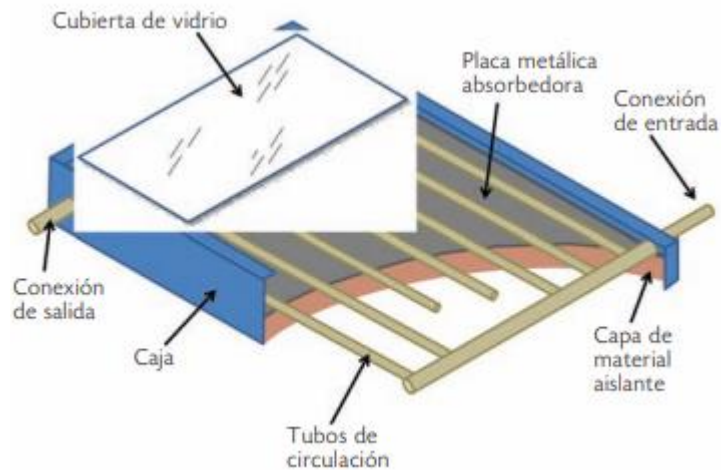


Ilustración 4 Calentador solar de agua

Fuente: (Maker, 2002) Maker, A. P. (2002). PERSPECTIVA AMBIENTAL 25 COCINA SOLAR. *Fundacio terra*, 34.

Al igual que la caja caliente de Saussure, el calentador solar consiste en una caja aislada con cubierta de vidrio. La superficie que absorbe la luz solar es una placa metálica de color negro, generalmente de cobre. Esta placa se encuentra soldada a una serie de tubos, en cuyo interior circula el agua que se pretende calentar. Los calentadores solares planos son una opción rentable y muy probada para el calentamiento de agua de uso residencial. También han encontrado amplia aplicación en hoteles, clínicas y para calentar albercas. El país que más destaca a nivel internacional en la aplicación de esta tecnología es Chipre, donde en promedio hay cerca de 600 metros cuadrados de calentadores por cada mil habitantes; es decir, más de medio metro cuadrado por habitante. Esto implica un grado casi total de penetración en el mercado. Por otro lado, en cantidad de colectores instalados, China es el líder indiscutible, con 164 millones de metros cuadrados (Camilo Arancibia Bulnes, 2010).

El funcionamiento de la energía hidráulica se basa en el aprovechamiento de una caída de agua desde cierta altura. Cuando el agua cae desde una presa, pasa a través de unas turbinas y la fuerza que trae inicia un movimiento rotativo. La energía de movimiento se transfiere a unos generadores que la convierten en electricidad. Una vez que el agua se utiliza, se le deja seguir su curso sin haberla contaminado.

Otra aplicación de la energía solar de baja temperatura es el secado de productos agrícolas. Tradicionalmente este secado se hace a cielo abierto. Sin embargo, en un secador solar el producto se encuentra detrás de una cubierta transparente, dentro de un colector solar especialmente diseñado. También puede encontrarse en una cámara oscura, donde se hace circular aire calentado

previamente con energía solar para remover la humedad. Así el secado puede hacerse con mayor rapidez y a la vez protegiendo el producto de insectos y lluvia.

La producción de agua potable a partir del agua de mar utilizando energía solar puede llegar a ser de mucha importancia en los años por venir. A nivel mundial el agua potable es cada vez más escasa; una manera de obtenerla es usando el calor solar para destilar el agua salada. Actualmente existen diferentes tecnologías solares bajo investigación que buscan mejorar los procesos y proveer agua potable con costos razonables.

### **5.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

A diferencia de las aplicaciones anteriores, en las celdas solares la radiación solar no se transforma en calor, sino que se convierte directamente en electricidad, mediante el llamado efecto fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico consiste en que la luz puede generar una corriente eléctrica al iluminar ciertos materiales. Fue descubierto en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel.

A pesar de este temprano descubrimiento, fue hasta la década de los años cincuenta del Siglo XX que se encontró un material que presentaba el efecto fotovoltaico de manera eficiente como lo es el silicio.

Esta tecnología consiste en la conversión directa de la radiación del sol en electricidad. Esto gracias a una célula solar, una unidad básica en la que se produce el efecto fotovoltaico, esto con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de aquellos que no disponen de la red eléctrica, estos tomados como:

- Sistemas fotovoltaicos autónomos y están aislados de la red eléctrica.
- Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.

Estos generadores particularmente están conformados por un generador Fotovoltaico (Célula solar), una batería de acumulación, un regulador de carga, un inversor y el consumo (TELECOMUNICACION, 2002).

#### **5.3.1 CELULA SOLAR**

Este dispositivo es capaz de receptor la energía del sol energía en electricidad. Existen diversas tecnologías de células fotovoltaicas con sus particulares características y en distintas fases de desarrollo. Hay tecnologías muy maduras, como las células mono y policristalinas utilizadas ampliamente desde hace tiempo en aplicaciones terrestres, mientras que otras son de reciente desarrollo y se dispone de menor experiencia con ellas.

Convertir parte de esa Exceptuando algunas aplicaciones de muy baja potencia (calculadoras, relojes, etc.), las células solares fotovoltaicas se asocian y encapsulan en módulos fotovoltaicos que será el elemento constructivo utilizado para la implementación de los sistemas solares fotovoltaicos. La potencia, tensión y corriente de un módulo fotovoltaico dependerá del número de células solares asociadas y de las condiciones de trabajo (radiación, viento, inclinación, etc.). La radiación incidente y la temperatura de trabajo de las células fotovoltaicas determinan mayoritariamente los parámetros eléctricos de operación de un módulo fotovoltaico.

Gracias al físico Edmond Becquerel el efecto fotovoltaico por el que algunos materiales, los semiconductores, son capaces de producir corriente eléctrica continua (energía eléctrica) al exponerlos a la luz solar (energía luminosa). La aplicación del efecto voltaico fuera de un laboratorio tuvo lugar en 1954, cuando Chapín, Fueller y Perarson desarrollan en Bell Telephone la primera célula solar. El primer uso de células fotovoltaicas se efectúa en el satélite Vanguard en 1958 debido a la alta capacidad de generar energía por unidad de peso, lo que se conoce como densidad de energía. Con la tecnología avanzada desarrollada para las aplicaciones espaciales, la tecnología fotovoltaica empezó a ser utilizada en aplicaciones terrestres aisladas de la red de suministro eléctrico y posteriormente ha sido utilizada como fuente de generación distribuida en sistemas conectados a la red de suministro eléctrico. A continuación, véase la Ilustración 6.

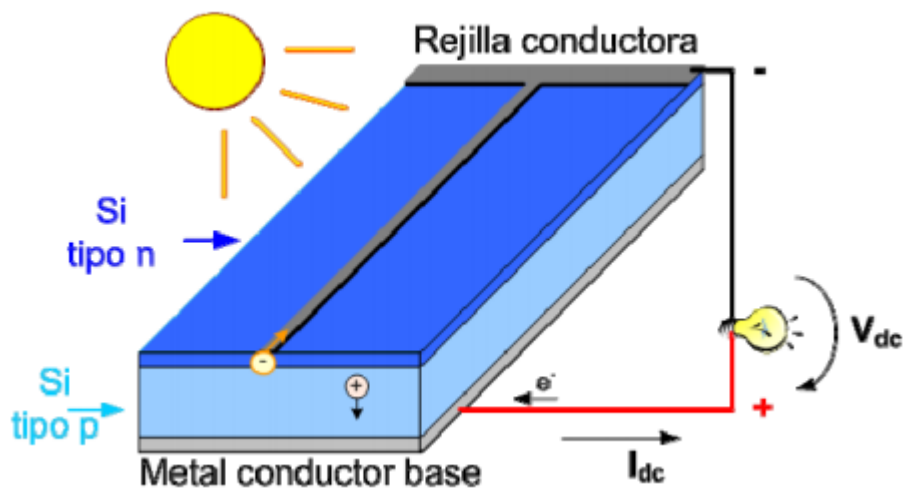


Ilustración 5 Célula solar

Fuente: (TELECOMUNICACION, 2002) TELECOMUNICACION, I. D. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. MADRID: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION .

Los fotones (paquetes de energía procedentes del sol) inciden sobre los electrones existentes en la unión semiconductor de la célula fotovoltaica y según la energía del fotón pueden plantearse tres situaciones:

- La energía del fotón es inferior a la energía necesaria para pasar un electrón a la banda de conducción: el fotón interacciona débilmente con la célula fotovoltaica, atravesándola como si fuera transparente.
- La energía del fotón es igual a la energía necesaria para pasar un electrón a la banda de conducción y el fotón interacciona con un electrón: se absorberá toda la energía del fotón y se producirá un electrón libre, porque hay posibilidad de establecer una corriente eléctrica.
- La energía del fotón es superior a la energía necesaria para pasar un electrón a la banda de conducción y el fotón interacciona con un electrón: se absorberá parte de la energía del fotón para producir un electrón libre y el resto se transforma en calor, por lo que el sistema es menos eficiente. Al igual que en el caso anterior, hay posibilidad de establecer una corriente eléctrica. Alrededor del 84% (y hasta el 90% en el caso de Silicio no cristalino o amorfo) de la energía solar incidente sobre un módulo fotovoltaico se pierde en forma de calor: Aproximadamente un 16% de la energía solar es transformada en energía eléctrica en el módulo solar. Es por ello que se precisan grandes superficies de módulos fotovoltaicos para conseguir potencias elevadas.

### 5.3.2 SILICIO AMORFO, MONOCRISTALINO Y POLICRISTALINO

Como se puede observar en la Ilustración 7, las principales características eléctricas de una célula solar FV son: La potencia, la tensión y la corriente, estas características dependen del número de células solares asociadas y de las condiciones de trabajo de estas (radicación, viento, inclinación). Del mismo modo para la selección de un módulo fotovoltaico, es indispensable conocer parámetros como: radiación incidente, temperatura de trabajo y precio de la tecnología, buscando el punto de máxima potencia (PMP), el cual es el punto del campo solar FV donde se genera la máxima cantidad de energía. Por otra parte, es importante destacar que los módulos fotovoltaicos varían según su montaje, si se extienden en serie, aumenta la tensión. Pero si se disponen en paralelo, aumenta la corriente.

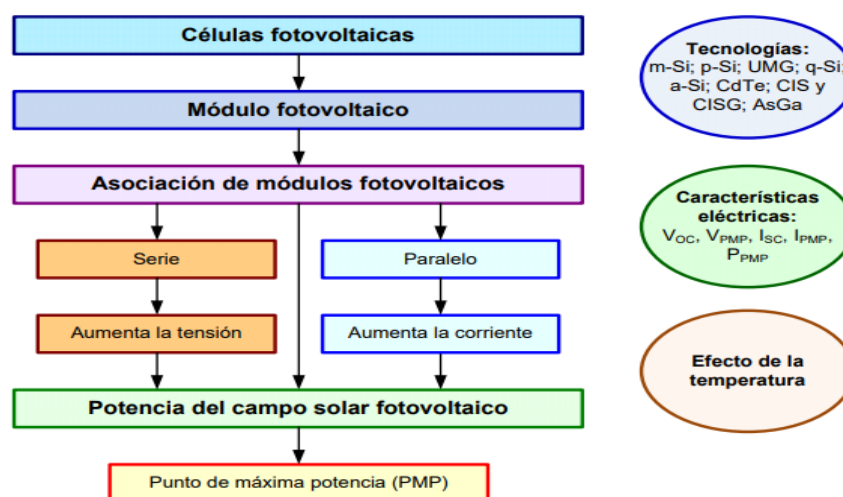


Ilustración 6 Esquemas células fotovoltaicas

Fuente: (J. Gimeno Sales, 2014) J. Gimeno Sales, S. O. (2014). *MÓDULOS FOTOVOLTAICOS*. Universitat Politècnica de València.

Habría que decir también que las celdas de silicio dominan el mercado, porque este es un buen semiconductor y es el segundo elemento más abundante en el planeta. Sin embargo, siguen siendo muy costosas, poco eficientes y presentan una fabricación compleja. La eficiencia de las células comerciales de silicio, normalmente está comprendida entre el 4 y 17 %, mientras que algunos productos especiales (laboratorio) han alcanzado el 32,5%.

- **Silicio Amorfo:** Presentan un rendimiento del 4-11 %, son las celdas más económicas y presentan buen comportamiento frente a la temperatura, pero: son de sumo cuidado (deterioros iniciales), menor eficiencia a largo plazo (degradación alta) y necesitan de más materiales y energía para su fabricación. El precio de estos módulos se estima entre  $1,8 - 2,1 \frac{\text{€}}{\text{Wp}}$  (Potencia Max). Es aconsejable utilizar esta tecnología en la Región Caribe y Región Insular pues estas zonas cuentan con buen recurso solar y en el caso de la Región Caribe cuenta con grandes huertas o áreas para la distribución de estos módulos, puesto que hay que montar varios módulos para alcanzar una potencia instalada.

- **Silicio Monocristalino (m-Si):** Presentan un rendimiento del 15-21 %, se obtienen Altos rendimientos, es una tecnología fiable y ha ocupado durante años el primer lugar en porcentaje del mercado, pero: tienen un costo elevado  $> 2,6 \text{ €/Wp}$ , necesitan de una cantidad considerable de material y son complejas de fabricar. Es aconsejable utilizar esta tecnología en la Región Amazónica y Región Pacífica pues se puede alcanzar una potencia instalada con una radiación solar aceptable.

- **Silicio Policristalino (p-Si):** Presentan un rendimiento del orden del 16 %, el coste de fabricación es inferior al del mono cristalino, fabricación sencilla y son modulares (mejor ocupación del espacio) pero: son sensibles a impurezas, presentan complejidad al instalar y pueden llegar a ser costosas  $2,2 - 2,6 \text{ €/Wp}$ , Es aconsejable utilizar esta tecnología en las Regiones Andina y Orinoquía, pues se alcanzan potencias instaladas con ciertos rangos de radiación y son de gran utilidad en sistemas de conexión a red o generación distribuida (ECATEPEC, 2009).

## 5.4 ESTADO DEL ARTE:

### ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA:

En estos últimos años se ha incrementado la necesidad de generar energía por métodos renovables como lo es; la energía hidráulica y solar. Este tipo de producción de energía brinda la facilidad de adquirir energía limpia, sin contaminar el medio ambiente y la comodidad de poder instalarse en lugares alejados donde las redes de transporte eléctrico no llegan. La energía solar fotovoltaica fue explicada por Einstein a comienzos del siglo XX basando su concepto de fotoelectricidad y en los trabajos previos sobre energía formulada por Max Planck. Este tipo de energía surgió en 1839 gracias a los estudios del físico francés Edmond Becquerel quien al exponer ciertos metales al sol encontró que se generaban pequeñas cantidades de corriente eléctrica. Media década después Willoughby Smith descubrió el efecto fotovoltaico en sólidos enfatizando en el selenio. Esto

permitió la creación de la primera célula fotovoltaica por el profesor W. G. Adams y Willoughby Smith, tiempo después entre los años 1960 y 1975 surgen las primeras empresas que comercializaron células basadas en semiconductores de silicio con fines militares o espaciales, a partir del 1975 con la evolución de los procesos de fabricación, tratamiento de los materiales es posible la aplicación en la industria y paulatinamente al ámbito doméstico.

En la actualidad se utilizan componentes como silicio amorfo o monocristalino, el teluro de cadmio o CIGS, y se sigue investigando en materiales y configuraciones que aumenten el rendimiento de la célula. Alemania y reino unido han roto récords en la generación de energía solar con nuevas figuras industriales s, Alemania genera alrededor de la mitad de su demanda de electricidad por medio del sol.

## INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD FV

De acuerdo con el análisis de la Asociación Fotovoltaica Europea (EPIA), durante el año 2008 se instalaron unos 5.600 MW en todo el mundo, lo que supuso un crecimiento del 130% en relación con la potencia instalada en 2007 (año en que ya hubo un crecimiento del 50%, Esto se produjo gracias a un tremendo e inesperado incremento de la capacidad global de fabricación y a los exitosos mecanismos de fomento de algunos países, aunque hay otros factores coyunturales que también deben tenerse en cuenta. Entre ellos destacan los elevados precios que alcanzó el petróleo (rozó los 150 dólares durante el verano, aunque después ha bajado bastante), y la facilidad para conseguir financiación: en un entorno ya afectado por la crisis de las hipotecas suprime de EE UU, los capitales buscaban inversiones atractivas y seguras a largo plazo, como la energía fotovoltaica (EPIA, 2011).

## POLISILICIO

Debido al tirón de la demanda de polisilicio que se produjo hacia 2003, con el despegue del mercado alemán, los precios de este material, básico para los generadores solares, experimentaron una fortísima subida. Esto propició que nuevos agentes decidieran entrar en el eslabón de la cadena de valor fotovoltaica y que los actores ya asentados en él se planteasen incrementar su capacidad de fabricación. Algunos de estos nuevos entrantes consiguieron que sus fábricas comenzaran a producir durante el año pasado, causando un incremento de la disponibilidad de polisilicio para la industria solar del 40%. Si hace apenas cinco años la industria fotovoltaica se abastecía con el polisilicio que sobraba después de que se hubiera 79 cubierto la demanda de la industria electrónica, el año pasado la mayor parte de la preciada materia prima se destinó a la producción de paneles solares, (Ureña, 2012)

## ESTADOS UNIDOS

Junto con el primer gran paquete de ayudas para luchar contra la crisis económica, el Emergency Economic Stabilization Act, dotado con 700.000 millones de dólares, EE. UU. Introdujo cambios muy importantes en su política de fomento de la energía solar. Así, en primer lugar, la dotó de una mayor estabilidad, al extender su mecanismo básico de ayuda, el ITC –una exención fiscal del 30% de la inversión necesaria para ejecutar los proyectos–, que llega a diciembre de 2016; hasta ese momento debía renovarse todos los años. En segundo y tercer lugar, se eliminó un límite de 2.000

dólares que tenían los particulares para beneficiarse de la citada exención fiscal, y se permitió que, por primera vez, las grandes compañías eléctricas pudieran aprovecharse de ella, lo que ha propiciado que empiecen a contar con la tecnología en su cartera de proyectos de un modo muy relevante y vayan a ejecutar grandes plantas con centenares de megavatios. Ya en 2009 el nuevo presidente, Barack Obama ha introducido nuevas medidas de apoyo. Dentro de las políticas concretas de cada Estado, California –que ha adoptado una política de fomento más activa y cuenta con una mayor penetración fotovoltaica– 73 aprobó el mes de febrero un sistema de tarifa (feed-in tariffs) para sistemas solares menores de 1,5 MW. Aparte de esta experiencia, en EE.UU. la retribución por la producción solar se establece con acuerdos de precio fijo a largo plazo entre los productores y las compañías eléctricas (Education, 2009).

## **6. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

La gran necesidad de cumplir con la demanda energética por medio de fuentes renovables en la actualidad ha impulsado el desarrollo de alternativas, entre ellas la energía solar fotovoltaica y como está afecta el entorno donde es utilizada. Esta investigación busca por medio de un prototipo a escala de bajo costo una solución ecológica como alternativa viable, tomando en cuenta su fabricación, su participación en el consumo de energía y como este generador determina una situación futura, informando el impacto frente a las alternativas disponibles. Este trabajo de investigación toma un enfoque aplicativo dando uso a las teorías mencionadas para finalmente transformarlo en conocimiento práctico como lo es el modelo fotovoltaico por medio de diodos en serie-paralelo.

### **6.1 RIESGOS ACTUALES ENERGETICOS**

En términos generales buena parte de los países desarrollados cubren sus necesidades energéticas mediante combustibles fósiles. Y debido a la escasez de recursos y su agotamiento, se ven forzados a importar estos recursos desde otras regiones, esto afectando su propia economía.

Esta dependencia en su mayoría acusada en petróleo en el caso europeo pronostica el crecimiento de la demanda energética, la concentración de reservas y producción en regiones políticamente inestables, entre menos medidas se tomen mayor crecerá esta dependencia y un mayor riesgo asociado a esta. En las condiciones actuales y previsiones de la comisión europea, esta dependencia pasara de 50% actual hasta el 65% en 2030 (Environment, 2007).

A su vez en Colombia a nivel general toma en cuenta todo tipo estudios de riesgos esto con el fin de estandarizar niveles para cada tipo de energía utilizada en el país, ya sean políticos, infraestructurales y tecnológicos este estudio lo realiza la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética). En la siguiente tablas se toma en cuenta los siguientes factores (UPME, 2016).

Sector Riesgos

Sector	Riesgos
Petróleo	· Contrabando de combustibles
	· Voladura de poliductos
	· Robo de combustible desde los poliductos
	· Bajos precios del petróleo internacional
	· Escasez en la exploración del recurso
	· Obsolescencia tecnológica
	· Limitación en la capacidad de refinación
	· Agotamiento de los recursos fuentes
	· Derrames de crudo
	· Inestabilidad jurídica
	· Corrupción
	· Rechazo de la sociedad a la explotación petrolera
	· Falta de capacidades tecnológicas
	· Altos precios de los combustibles
	· Indisponibilidad de la infraestructura vial
· Capacidad de almacenamiento en las ciudades	
· Ejercicio de poder de mercado de los agentes	
Gas Natural	· Agotamiento de recursos
	· Baja capacidad de las regasificadores
	· Baja capacidad de los gasoductos
	· Volatilidad en el precio de compra del GNL internacional (bolsa)
	· Volatilidad en el precio de compra del GNL internacional (contrato)
	· Baja capacidad de almacenamiento
	· Volatilidad en la demanda del sector eléctrico
	· Rechazo de las comunidades tradicional
	· Rechazo de las comunidades al Shale
	· Impuesto a las emisiones de CO2
	· Incertidumbre en la regulación a combustibles no convencionales
	· Indisponibilidad de tecnología
	· Activos de I+D en manos extranjeras
	· Desabastecimiento de gas
	· Falta de inversión en infraestructura de transporte
	Convenio Especial de Cooperación de Ciencia y Tecnología N o 012 de 2016
	· Riesgos contractuales
· Estructura del mercado del gas	
· Ejercicio de poder de los productores/comercializadores	
· Atentados terroristas a la infraestructura	
Carbón	· Falta de seguridad en la extracción subterránea
	· Informalidad en la minería

	· Baja tecnificación de la minería subterránea
	· Impuestos a las emisiones de CO2
	· Orden Público
	· Disponibilidad de las vías
	· Falta de demanda del carbón
	· Bajo crecimiento de la industria
	· Precio internacional del carbón
	· Rechazo de la comunidad
Biocombustibles	· Seguridad alimentaria
	· Uso del suelo
	· Disponibilidad del agua
	· Eventos climáticos extremos
	· Volatilidad en los precios
	· Competencia por el recurso
	· Ejercicio de poder de mercado de grandes compradores
	· Transporte de la materia prima
	· Cambio de regulación en subsidios
Energía Eléctrica	· Falta de capital humano
	· Volatilidad de la generación hidráulica
	· Atraso en las obras de infraestructura
	· Costos de los combustibles
	· Ataques a infraestructura
	· Rechazo a la comunidad
	· Eventos naturales extremos
	· Poder de mercado
	· Inestabilidad regulatoria
	· Mercado de contratos de corto plazo
	· Propiedad de las empresas
	· Competencia por los combustibles
	· Acceso limitado a los combustibles de generación
	· Ataques cibernéticos
	· Cambio en políticas de gobierno
	· Mayores restricciones medioambientales
	· Uso del territorio
	· Impuestos
	· Baja predictibilidad de la demanda

*Tabla 1 Factores de riesgo energético*

Fuente: (UPME, 2016)UPME. (2016). *SEGURIDAD ENERGÉTICA PARA COLOMBIA*.

El sector que no tiene indagación por parte de este estudio es la energía renovable fotovoltaica, debido a que en Colombia la implementación de esta tecnología resulta costosa y se han realizado pocas investigaciones y análisis para su utilización.

Actualmente para la utilización de la energía solar fotovoltaica es usado comúnmente los paneles de silicio cristalino los cuales tienen un costo bastante alto a comparación de los paneles de silicio amorfo, es eficaz y económico, sin embargo, existe otra forma de generar energía eléctrica fotovoltaica, de la cual está enfocada esta investigación por medio de diodos reciclados de cualquier dispositivo electrónico o dado el caso para su compra. El costo de estos diodos es muy económico y asequible a cualquier persona natural o Jurídica que esté interesado en este tipo de tecnología.

## **6.2 DEMANDA ENERGETICA EN COLOMBIA**

En Colombia, el 78% de consumo energético proviene de fuentes fósiles contaminantes y agotables , y solo el 22% proviene de fuentes renovables la cual mayormente es generada por hidroeléctricas, el inconveniente de esta dependencia energética limita el desarrollo regional y local , finalmente afectando a los habitantes más que todo de zonas rurales y degastando el ecosistema como lo son: ciénagas humedales, pantanos, ríos, quebradas y diversas especies de flora y fauna , esta fuente generadora presenta fallas al momento de su recolección , efecto de condiciones climáticas como el fenómeno del niño afectando directamente los embalses disminuyendo la capacidad de generación , siendo negativo ya que en Colombia las sequias crecen significativamente por el cambio climático así mismo causa variabilidad de costos en la operación de plantas térmicas generando un déficit hídrico (Jhonnatan Gómez Ramírez, 2016).

Según la UPME las tensiones y roces del comercio entre estados unidos y china generan cambios a la economía nacional Colombiana , ya que estos desacuerdos dejan a Colombia como uno de los principales destinos de exportación para estados unidos en particular productos de refinería (petróleo) que a su vez impulsa la ley de financiamiento la cual nos habla de 2 objetivos generales recaudar 7.5 billones y el otro de incentivar e impulsar la competitividad del país desde los tramites y congelación de impuestos a sectores generadores de empleo , esto sin duda incremento la demanda por divisas con depreciación del peso de CO 3500 la conexión inversa del dólar y el precio de materias prima. Esto causa efectos de depreciación del peso colombiano ya que la inflación depende del comportamiento de los ingresos tributarios y la producción nacional de petróleo, minerales metálicos y el carbón que ha ido en incremento. Uno más de los preocupantes del pueblo colombiano está enfocada en la inflación de precios del consumidor y al productor el elevado costo de productos agrícolas y el aumento de precio en la energía. es importante resaltar que en el año 2019 el crecimiento de UPME se encuentra por debajo a las demás entidades, el crecimiento anual de demanda de energía eléctrica para el año 2019 a 2033 es del 2,39% por los Grandes Consumidores Especiales (GCE ) teniendo un total de Giga watt hora como se muestra en la siguiente tabla:

	Proyección Demanda EE GCE (GWh)								
	Rubiales	Otras Ecopetrol	Drummond	Sociedades Portuarias	Ternium Sabanalarga	Vehículos Eléctricos	Metro de Bogotá	Exportaciones hacia Panamá	Generación Distribuida
2018	1.124		62			3			9
2019	1.168	158	438	82	66	21			21
2020	1.097	467	647	165	72	34			43
2021	966	788	856	247	79	52			80
2022	811	1.173	982	247	85	76			136
2023	658	1.496	919	247	92	114			210
2024	521	1.401	841	247	99	175	95	2.164	303
2025	405	1.281	762	247	105	272	97	2.580	412
2026	314	1.161	691	247	112	432	99	2.711	531
2027	245	1.053	633	247	118	695	101	2.845	658
2028	194	965	577	247	125	1.133	103	2.773	788
2029	157	879	525	247	131	1.861	105	2.809	908
2030	130	800	478	247	805	2.862	108	2.399	1.016
2031	109	728	436	247	828	3.620	110	2.196	1.125
2032	92	664	397	247	853	4.580	112	2.115	1.218
2033	76	605	397	247	874	5.804	115	2.115	1.294

**Nota:** Los valores y el tiempo estimado de entrada en operación se revisan en cada proyección.

*Tabla 2 Proyección demanda GWh*

Fuente: (SIEL, 2019) SIEL. (2019). *SIEL*. Obtenido de <http://www.siel.gov.co/Inicio/Demanda/ProyeccionesdeDemanda/tabid/97/Default.aspx>

Por otro lado, la UPME nos facilita los principales supuestos macroeconómicos, sociales y climáticos empleados en las proyecciones del Sistema Interconectado Nacional como se muestra a continuación:

Supuestos Macroeconómicos , Sociales y Climáticos empleados en las proyecciones			
	PIB (Precios Constantes – Miles de Millones de Pesos 2015)	Temperatura Media - Áreas Geográficas del SIN (°C)	Población (Millones de Habitantes)
2011	686.897	23	45.663
2012	713.707	23	46.076
2013	746.301	23	46.495
2014	781.589	24	46.968
2015	804.692	24	47.521
2016	821.489	24	48.175
2017	832.590	24	48.910
2018	854.721	24	49.661
2019	884.662	24	50.339
2020	918.240	24	50.883
2021	950.917	24	51.266
2022	982.070	24	51.513
2023	1.010.820	24	51.673
2024	1.039.240	24	51.820
2025	1.074.030	24	52.007
2026	1.108.935	24	52.249
2027	1.144.752	24	52.530
2028	1.180.684	24	52.835
2029	1.216.548	24	53.136
2030	1.253.296	24	53.417
2031	1.291.033	24	53.674
2032	1.329.851	24	53.914
2033	1.370.822	24	54.139

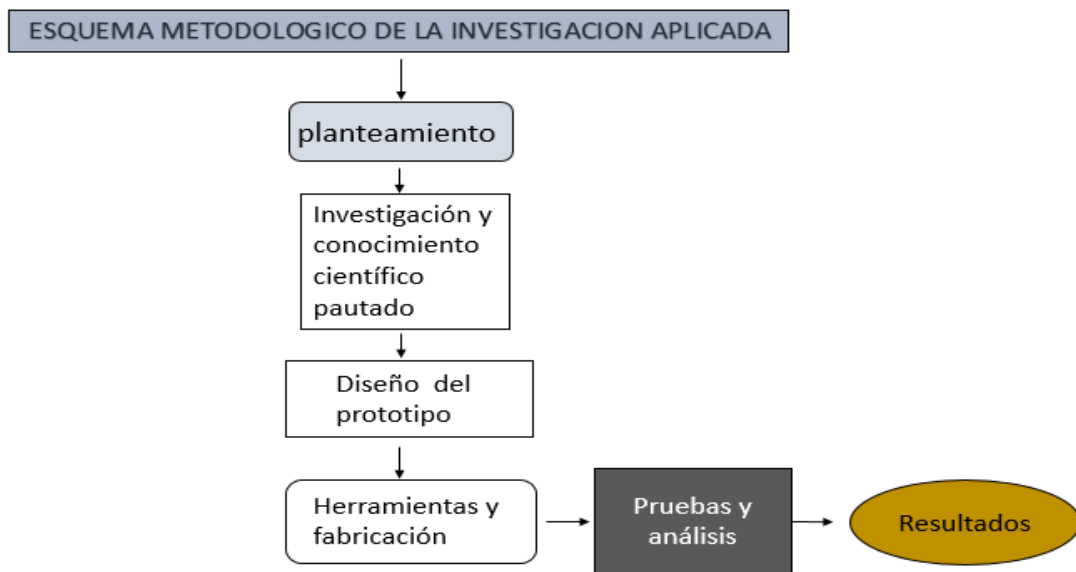
Tabla 3 presupuesto UPME

Fuente: (DANE, 2019) DANE. (30 de 09 de 2019). UMPE. Obtenido de <https://www1.upme.gov.co/Resoluciones/447-2019.pdf>

Este dato de crecimiento es determinante en la proyección del 2019, considerando los choques entre Estados Unidos y China. En conclusión esta dependencia de recursos limitados para Colombia da impulso a la investigación actual de métodos económicos y sustentables para cualquier tipo de persona , generando su propia energía a partir de la radiación solar , sin duda el costo energético de la nación es flexible debido a los cambios socio económicos actuales del país ocasionando la alteración de las previsiones de crecimiento económico , finalmente se planea sustituir estas dependencias de los recursos limitados para un mejor desarrollo en al ámbito energético.

### 6.3 PLANTEAMIENTO

El uso deliberado de los recursos naturales y limitados frente al medio ambiente cada vez cuesta más, como causa de esto adquirimos la energía eléctrica uno de los principales recursos de la humanidad, pero ¿realmente se es consciente de las consecuencias que tiene su uso? En el transcurso del avance tecnológico se ha visto el gran estudio que se lleva a cabo para dejar de utilizar los generadores eléctricos convencionales que se han mantenido a través del tiempo. Esta investigación está enfocada en ese tipo de desarrollo energético, que, por medio de las herramientas y conocimiento actual, propone un modelo de energía sustentable y renovable para el consumo eléctrico por medio de la radiación solar. La idea está planeada como un prototipo para el estudio y análisis futuro una implementación a gran escala, la propuesta resalta el bajo costo de su fabricación y facilitación de uso, utiliza teorías y conceptos básicos de electrónica para el desarrollo del prototipo y materiales cotidianos que pueden ser reciclados para su fabricación, la siguiente ilustración muestra el esquema metodológico utilizado en la investigación aplicada:



*Ilustración 7 Investigación aplicada*

Fuente: Elaboración propia

#### 6.3.1 CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS Y TEORIAS PARA EL PANEL SOLAR

El panel solar requiere de un material que transforme la radiación solar en energía eléctrica a través de lo que se conoce como célula solar, estas estructuras permiten que los fotones se transformen en un flujo de electrones libres, gracias al efecto fotovoltaico generando corriente eléctrica continua. Principalmente el material utilizado para esta transformación es el silicio ya que reacciona

a esta radiación solar para un uso eléctrico, generalmente estos paneles están formados por cristales de silicio, los cuales tienen un precio elevado en el mercado, por eso se tomó como alternativa Diodos, este dispositivo se utiliza como protección en paneles solares, su centro está hecho de Silicio o germanio para el paso de corriente, sin embargo al exponer este silicio perpendicular a la luz solar se generara un voltaje pequeño de corriente eléctrica, este comportamiento llevo a la investigación de generar el panel solar con diodos ya que estos son de costo bajo y pueden ser reciclados de aparatos electrónicos.

### 6.3.2 TEORIA DEL DIODO Y FUNCION

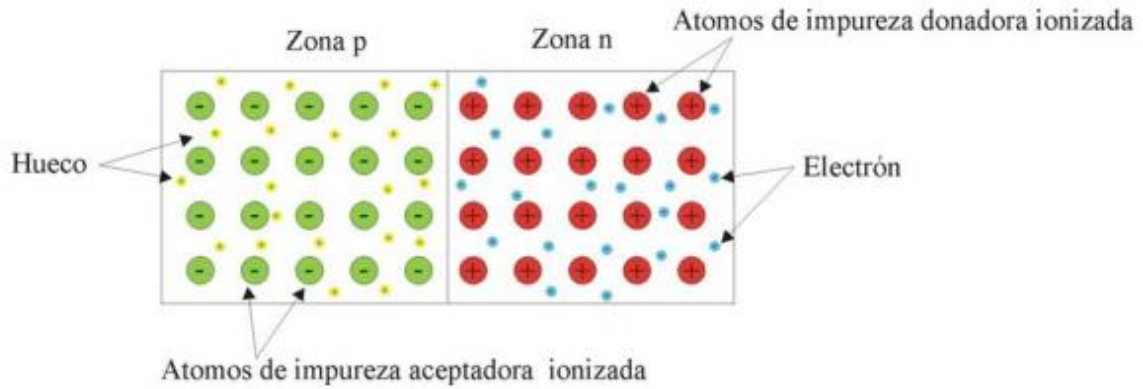
El diodo es un dispositivo de silicio o germanio semiconductor utilizado para la circulación de corriente entre sus terminales en un solo sentido y en el sentido contrario lo bloquea, son utilizados comúnmente en aparatos electrónicos para evitar corto circuitos y presencia de una relación lineal sobre intensidad y sobre tensión eléctrica conocido como la ley de Ohm.

Esto quiere decir que la intensidad de corriente de un circuito es directamente proporcional al voltaje o tensión de este e inversamente proporcional a la resistencia que presenta, esto se cumple para valores de tensión e intensidad bajos. Su ecuación se representa de la siguiente forma:

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde I es la intensidad que se mide en amperios (A), V el voltaje que se mide en voltios (V); y R la resistencia que se mide en ohmios ( $\Omega$ ) (OHM, s.f.).

Cuando el diodo no está polarizado, la situación de partida es la del cristal semiconductor representado en la Ilustración 8, es decir, tenemos un semiconductor con una zona tipo p junta a una zona tipo n. Suponemos que todas las impurezas están totalmente ionizadas y que los portadores que tenemos en cada una de las zonas provienen de las propias impurezas, es decir, prescindimos de momento de los pares  $e^- - h^+$  que se forman por agitación térmica. En la zona n cada átomo de impureza donadora (átomos con 5 e- de valencia) al introducirse en la estructura cristalina del silicio, produce un  $e^-$  libre, quedando, por tanto, el átomo cargado positivamente. Así, podemos representar un semiconductor tipo n como se muestra en el lado derecho de la Ilustración 9:



0

Ilustración 8 Diodo sin polarizar

Fuente: (SCHIAVON, 2011) SCHIAVON, P. M. (2011). FUNDAMENTOS DE DIODOS . En M. I. SCHIAVON.

Estos huecos entre la zona p suponen que a temperatura ambiente están ionizadas las impurezas aceptadoras, en la zona n el número de huecos será significativamente menor por la formación de los pares  $e^- - h^+$  por rotura térmica de enlaces, direccionando una corriente de difusión  $h^+$  de la zona p hacia la zona n.

Se conoce que el diodo se polariza de 2 maneras distintas una inversa y directa, cuando se habla de una polarización inversa entre las zonas p y n, se debe a que existe una tensión continua en el lado negativo de la zona p y el positivo de tensión en la zona n, esta polaridad despeja los  $h^+$  de la zona p así mismo los  $e^-$  de la zona n, en resumen esto ocasionara una corriente nula que no permitirá el paso de energía y el circuito quedara abierto, arriesgando a que el diodo quede fundido. Se debe tener en cuenta que algunos diodos presentan un escape de corriente menor, esto se puede ignorar en la mayoría de circuitos debido a que es mucho menor que la corriente en sentido directo, los diodos poseen el máximo voltaje o tensión inversa este rango se encuentra dentro de los 50 V, ¿qué sucede cuando se excede este alcance? El diodo dejara su correcto funcionamiento y dará paso a una fuerte corriente inversa conocido como ruptura.

En la polarización directa teniendo en cuenta la tensión directa  $V$  en la unión p-n con tensión positiva en el lado p y negativa en el lado n, a medida que esta tensión aumenta superando la barrera de potencial, el portador mayoritario atraviesa esta unión donde los  $h^+$  de p irán en dirección de n y los  $e^-$  hacia p generando una corriente alta en sentido de p a n como se observa en la ilustración 10 (Olea, 2001).

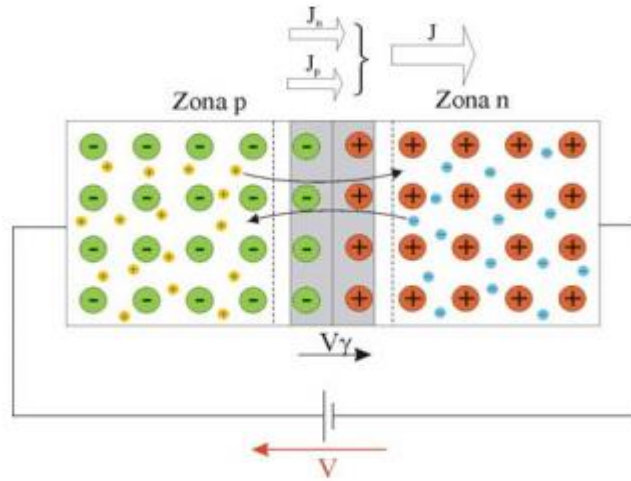


Ilustración 9 Diodo polarización directa

Fuente: (SCHIAVON, 2011) SCHIAVON, P. M. (2011). FUNDAMENTOS DE DIODOS . En M. I. SCHIAVON.

En términos de electricidad se utiliza una pequeña energía que pasa por el diodo, esto se conoce como un voltaje pequeño que se conduce a través del diodo y es de 0,7 V esto se denomina caída de voltaje o tensión directa en diodos fabricados con silicio. Cuando se presenta la caída de voltaje directo la corriente se comporta teóricamente como constante y gráficamente se representa así:

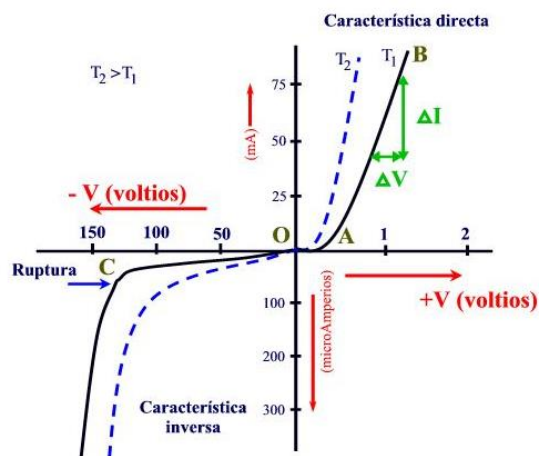


Ilustración 10 Grafica corriente-voltaje

Fuente: (ELECTRÓNICA, 2016) ELECTRÓNICA, L. D. (28 de 09 de 2016). *ifent*. Obtenido de <http://www.ifent.org/lecciones/lecciones.asp>

Así cualquier dispositivo resistivo lineal puede ser no-lineal, estos diodos hacen parte de la electrónica básica y de aplicaciones prácticas para circuitos compuestos y hasta pueden ser vistos como generadores eléctricos.

### 6.3.3 CURVA CARACTERISTICA DEL DIODO

La física del estado sólido demuestra que este semiconductor (Diodo) se expresa con la siguiente ecuación:

$$I_D = I_S \left[ \exp \frac{q \cdot V_D}{\eta \cdot K \cdot T} - 1 \right]$$

Ecuación de Shockley

Donde:

$I_D$  = corriente que pasa a través del diodo.

$V_D$  = Tensión (diferencia de potencial) en los extremos del diodo.

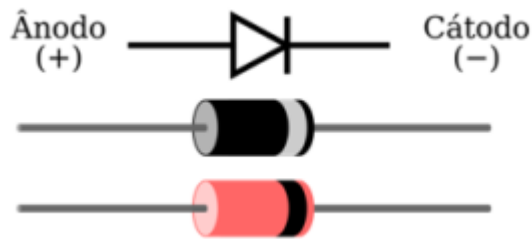


Ilustración 11 Ánodo y cátodo del diodo

Fuente: (logicas, 2018) logicas, f. (07 de 07 de 2018). *Familias logicas*. Obtenido de <http://familiaslogicas.blogspot.es/1530978418/diodo-semiconductor/>

Donde la  $V_D$  (tensión) irá en dirección de ánodo zona P y  $I_D$  en dirección al cátodo.

$q$  = carga del electrón en Culombios =  $1,6 \text{ E-}19 \text{ C}$ .

$K$  = constante de Boltzman =  $8,62 \text{ E-}5 \text{ eV/K}$ .

$T$  = Temperatura en Kelvin.

Para niveles bajos de tensión (en o bajo la rodilla de la curva).

$\eta = 1$  para el Ge.

$\eta = 2$  para el Si.

Niveles relativamente altos de corriente (zona de ascenso rápido de la curva).

$\eta = 1$  tanto para Si como para el Ge.

Dando continuidad conocemos la tensión equivalente de temperatura

$$V_T = \frac{K \cdot T}{q}$$

La ecuación del diodo suele escribirse de la forma:

$$I_D = I_S \left[ \exp \frac{V_D}{\eta \cdot V_T} - 1 \right]$$

La tendencia de la ecuación y su curva se comporta de la siguiente manera Ilustración 12:

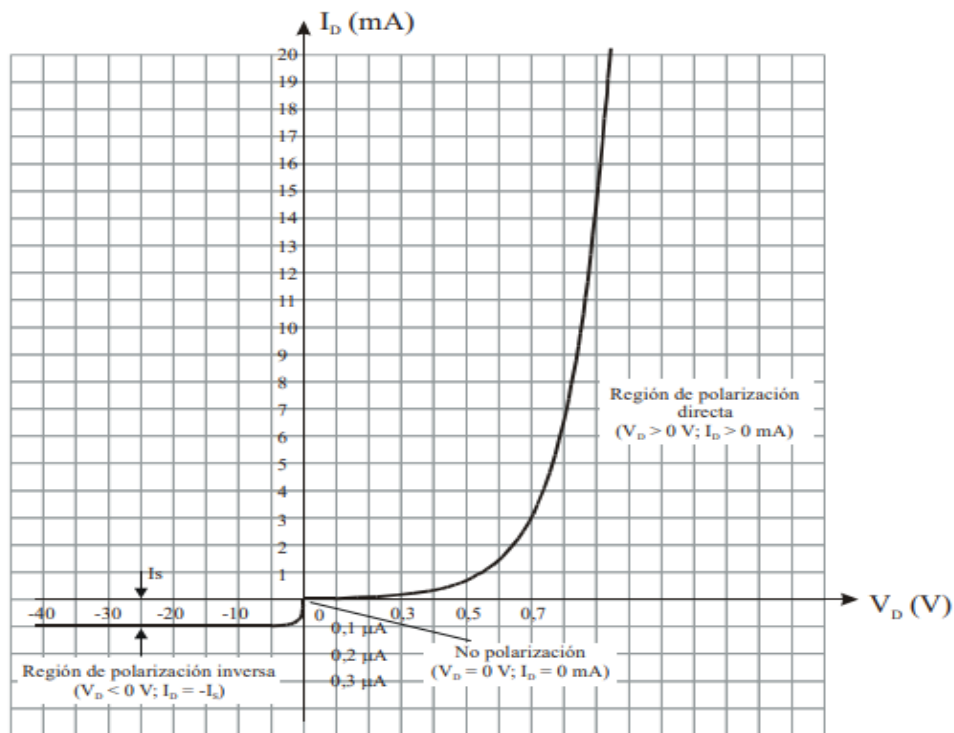


Ilustración 12 Curva característica del diodo

Fuente: (SCHIAVON, 2011) SCHIAVON, P. M. (2011). FUNDAMENTOS DE DIODOS . En M. I. SCHIAVON.

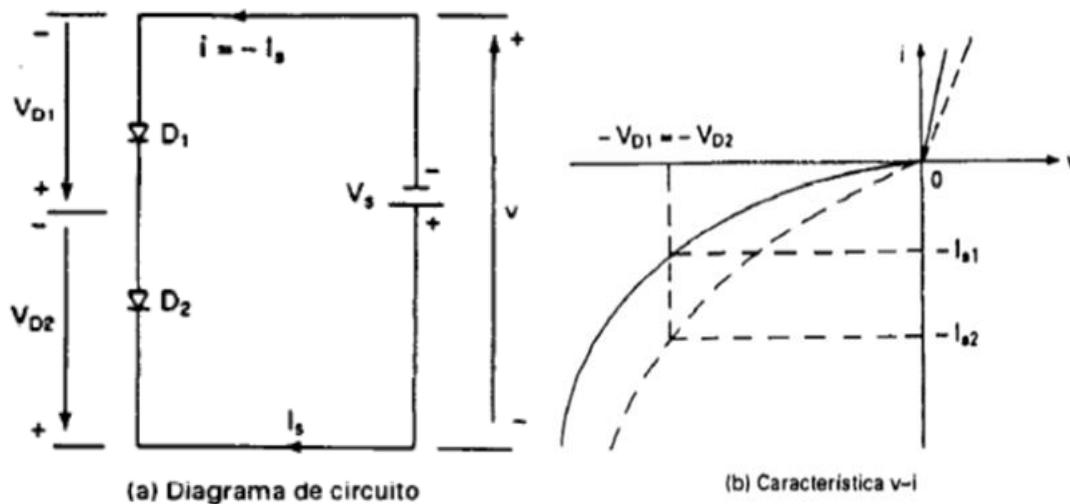
El diodo es utilizado como semiconductor en aparatos electrónicos esto con el fin de evitar una pérdida de energética direccionando eficazmente la corriente, siendo estos capaces de evadir la parte negativa de cualquier señal y esto da un paso inicial para convertir una corriente alterna en una corriente continua, esto quiere decir que la corriente alterna como tipo de corriente eléctrica

que va con un flujo de electrones que oscilan en ciclos o intervalos regulares ahora fluirá con una corriente constante en una direcci3n.

### 6.3.4 DIODOS EN PARALELO Y EN SERIE

Los diodos en un circuito pueden ser aplicados de dos formas, conectados en serie o en paralelo, la estructura en serie de los diodos principalmente es utilizado en aplicaciones de alto voltaje, esto debido a que el diodo no puede dar la especificaci3n de voltaje requerido, al realizar esta conexi3n los diodos aumentan las capacidades de bloqueo o tensi3n inversa.

Dicha conexi3n entre dos o más diodos como se muestra a continuaci3n Ilustraci3n 14, tiene características v-i para el mismo tipo de diodo y difiere por la tolerancia en el proceso de producci3n, donde D1 y D2 (diodos) se representan en el diagrama.



Ilustraci3n 13 Diagrama y características diodos en serie

Fuente: (SCHIAVON, 2011) SCHIAVON, P. M. (2011). FUNDAMENTOS DE DIODOS . En M. I. SCHIAVON.

La ecuaci3n que representa esta corriente de fuga total debido a que debe sr compartida por un diodo y su resistencia.

$$I_s = I_{s1} + I_{R1} = I_{s2} + I_{R2}$$

Esta relaci3n proporcional entre R1 y R2 con distribuci3n de voltaje equivalente de la forma:

$$I_{S1} + \frac{V_{D1}}{R_1} = I_{S2} + \frac{V_{D1}}{R_2}$$

Si las resistencias son iguales y el voltaje de ambos diodos con una diferencia mínima dependiendo de las similitudes entre las características v-i. Los valores de  $V_{D1}$  y  $V_{D2}$  se determinan de la siguiente forma:

$$I_{S1} + \frac{V_{D1}}{R} = I_{S2} + \frac{V_{D2}}{R}$$

$$V_{D1} + V_{D2} = V_S$$

Los diodos con estructura en serie al mismo sentido de conducción, de la forma ánodo (+) con cátodo (-) entre los diodos, se mantiene como un diodo único que adquiere una caída de tensión inversa igual que la suma de cada uno, así soportaran una tensión inversa equivalente a la suma que pueden soportar cada uno, en conclusión si los diodos no son iguales y se realiza esta serie con distintos tipos las fugas inversas no se repartirán equitativamente manteniéndose uno más que otro y llegando a una ruptura. (Ternium, 2004).

Cuando se forma un circuito en paralelo con diodos principalmente en aplicaciones de alta potencia, al conectar dichos diodos paralelamente se aumenta la capacidad de conducción de corriente, a fin de llenar los requerimientos de corriente deseados, esta distribución de corriente estará ligada de acuerdo a sus caídas de voltaje directas. Se adquirirá una distribución de corriente eléctrica uniforme proporcionando variaciones en la corriente equivalentes. el circuito básico se compondrá de la siguiente forma como se aprecia en la Ilustración 15.

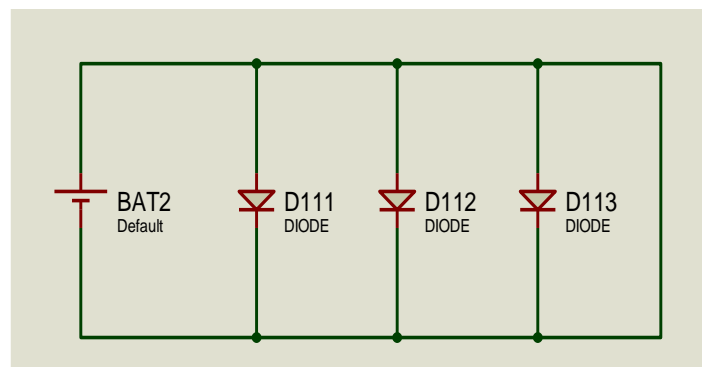


Ilustración 14 Diodos en paralelo

Fuente: Elaboración propia

Ya que los diodos están conectados en paralelo, el voltaje de bloqueo inverso de cada uno será dividido equitativamente.

Es sabido que para algunos de estos circuitos son utilizadas resistencias, que ayudaran a la repartición de corriente. Esta conexión tendrá una estructura de ánodo (+) con ánodo (+) y cátodo (-) con cátodo (-) a diferencia de la estructura serie.

## 6.4 DISEÑO DEL PROTOTIPO EN PROTEUS

Proteus es un programa de entorno integrado para la realización de equipos electrónicos. Esta herramienta se utiliza para la creación de diferentes etapas como son diseño, simulación, depuración y construcción, esta herramienta ayuda a disminuir el costo de la elaboración de prototipos innecesarios debido a su precisión en el modelo realizado, para esta sección en la elaboración del prototipo, el primer paso del trabajo consiste en el diseño del esquema con ISIS (sistema de Enrutado de esquemas inteligentes) con esto se permite diseñar el plano eléctrico del circuito desde simples resistencias hasta micro controladores incluyendo fuentes de alimentación y demás componentes con prestaciones diferentes, gracias a ISIS se puede realizar una simulación en tiempo real por el PSN( sistema virtual de modelado ) que esta integrado con ISIS. Dependiendo de la tarea ISIS realizara las acciones programadas dentro del circuito así se da el primer paso para el diseño del prototipo.

El Circuito realizado consiste en la conexión de diodos en serie-paralelo utilizados como fuente generadora de energía. A continuación se muestra cada etapa en la elaboración del diseño del circuito.

### 6.4.1 DIODOS EN SERIE Y PARALELO PROTEUS

El diagrama del circuito combina estos dos tipos de estructura en serie-paralelo para aumentar la efectividad del prototipo, en donde al realizar el esquema en serie de los diodos los voltajes se suman y las corrientes son iguales y al realizar la unión en paralelo los voltajes son iguales y las corrientes se suman esto con el fin de generar más energía eléctrica como se muestra en la Ilustración 16.

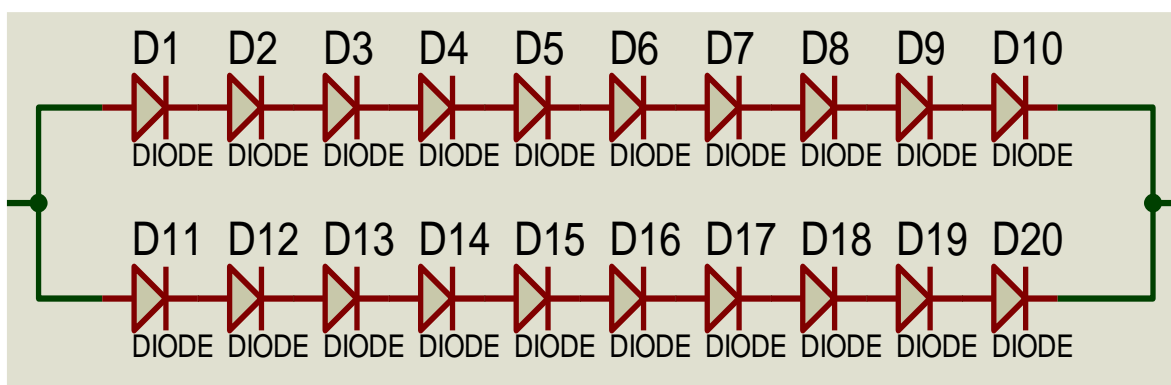
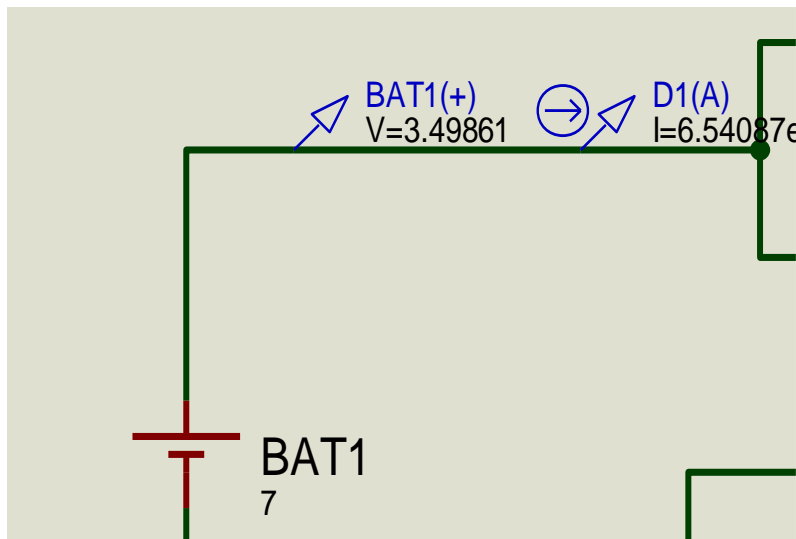


Ilustración 15 Diodos en serie-paralelo

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente Diagrama del circuito los diodos primeramente tendrán una configuración en serie donde cada ánodo (+) estará conectado sucesivamente con un cátodo (-) con un total de 20 diodos 10 por cada serie conectados al mismo tiempo entre sí en paralelo con ánodo con ánodo (+) y cátodo con cátodo (-) (D1-D11, D10-D20) Ilustración 16.

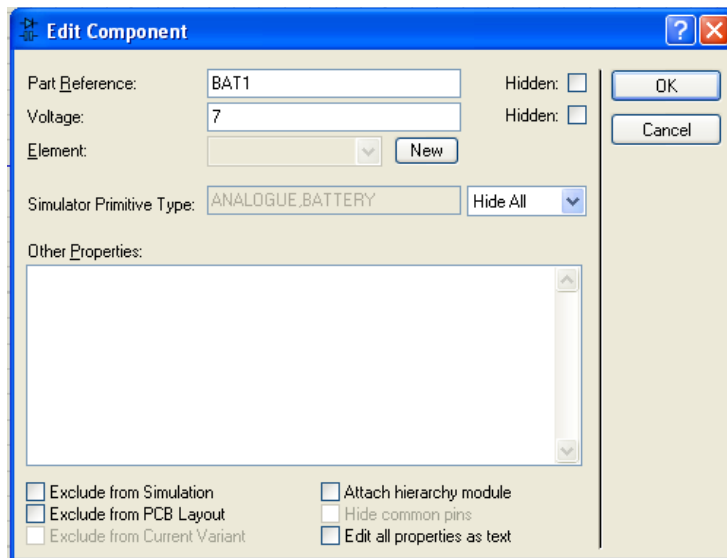
Una vez realizada la conexión se procede a dar una fuente de voltaje con una batería, en donde esta genéricamente enviara corriente eléctrica a cada diodo simulando el proceso del panel solar, esta opción se tomó en cuenta ya que en el modelo físico original esta energía eléctrica se alimentara directamente del diodo el cual se modificó exponiendo su centro de silicio para que la radiación solar se transforme en energía eléctrica conduciendo dicha energía a la necesidad solicitada como se muestra en la ilustración 17.



*Ilustración 16 Fuente batería*

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la ilustración 17 se utilizó una batería (BAT1) al cual le daremos valores aproximados visualizando el comportamiento del modelo, este comando de designación de voltaje será incluido de la siguiente forma como se muestra en la Ilustración 18.

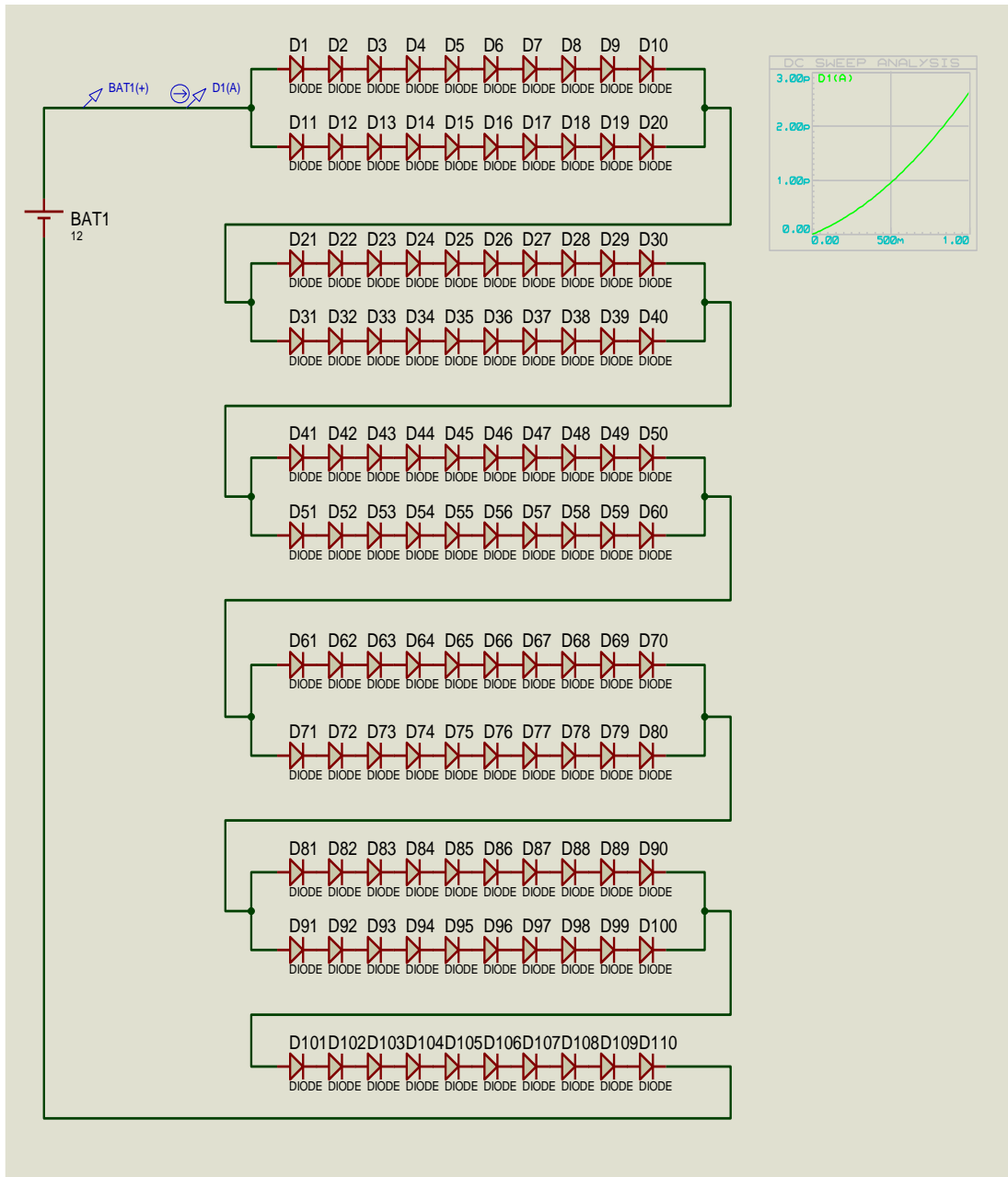


*Ilustración 17 Asignación voltaje de batería*

Fuente: Elaboración propia

Este voltaje es asignado para ver el comportamiento que sufren los diodos en el circuito, en donde si se asigna un voltaje muy alto la simulación no correrá debido a que el diodo no resistirá el voltaje por la cantidad utilizada de diodos en el modelo, en la Ilustración 17 la variable BAT 1 (+) asignará el valor del voltaje que conduce el modelo y la variable D1(A) la corriente o también conocida como intensidad.

Finalmente se realiza el esquema del circuito con una conexión total 110 Diodos en serie y en paralelo funcionando como células solares generando energía eléctrica, a la batería se le asignará valores aleatorios para ver el comportamiento del voltaje y la corriente como fuente de energía tal y como se muestra en la ilustración 19.



*Ilustración 18 Diagrama de circuito de diodos*

Fuente: Elaboración propia

Al correr el modelo nos dará a conocer los valores del voltaje y la intensidad respondiendo al valor puesto en la batería del circuito, con esto se finaliza la simulación de panel solar de diodos.

## 6.5 HERRAMIENTAS Y FABRICACION DEL PROTOTIPO

Las herramientas utilizadas en la fabricación del prototipo son de bajo costo y de fácil adquisición, también es posible reciclar diodos de aparatos electrónicos en caso de realizar este ejercicio de alta aplicabilidad, los siguientes materiales y herramientas fueron utilizados en la construcción del prototipo a escala y su costo:

- Diodos 1n4007 \$100 u.
- Cable telefónico \$400 (metro).
- Cortafrío \$7000.
- Estaño \$6500 (rollo).
- Cautín 110-120 V \$8000.
- Lamina de acrílico color blanco 22 x 22  $cm^2$  \$15000.
- Multímetro \$22000.
- Pasta de soldadura \$1200.
- Cables de puente con pinzas cocodrilo \$2500.
- Motortool broca UC 0.9 R.

Total inversión: \$ 73.600.

El primer paso en la fabricación del prototipo una vez terminado el circuito en proteus, fue la modificación del diodo 1n4007 que se muestra en la Ilustración 20.

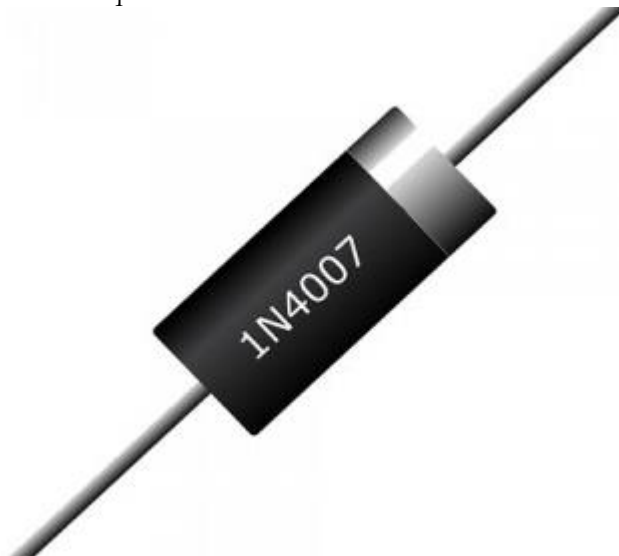


Ilustración 19 Diodo 1n4007

Fuente: (Inventable, 2017) Inventable. (04 de 09 de 2017). *Inventable*. Obtenido de <https://www.inventable.eu/2017/09/04/los-diodos-1n4000/>

Estos diodos se conocen como serie 1n4000, esta serie 1n4007 permiten una corriente máxima de 1 Amperio muy utilizados en la electrónica debido a su bajo precio y versatilidad a la hora de formar un circuito. Estos diodos al ser conectados en serie y paralelo aumentarían su capacidad de voltaje y intensidad de manera que se soportara una corriente eléctrica mayor sin inconveniente de

hasta 700 V(voltios) y 50 A(amperios) , ahora para transformar este diodo en una célula solar , con ayuda del cortafrío se retiró media capa de la superficie del diodo así mismo exponiendo el silicio del cual este tipo de serie está conformado en su núcleo , esto para que la radiación solar se convierta en energía eléctrica como se ha mencionado a lo largo del proyecto, en la ilustración 20 se observa que el diodo tiene una marca gris en el lado derecho esto indica la parte negativa del diodo( cátodo) esto con el fin de identificar su polaridad al momento de realizar el circuito , el Diodo quedara de la siguiente forma como se observa en la ilustración 21.



*Ilustración 20 Diodo 1n4007 exponiendo núcleo de silicio*

Fuente: Elaboración propia

Los diodos en su totalidad fueron cortados de tal manera que tuvieran una longitud de 3 centímetros. El siguiente proceso a seguir fue la perforación de la lamina de acrílico 22 x 22  $cm^2$  con ayuda del motortool con broca UC 0.9 R , este acrílico se seleccionó debido a que es un material aislante evitando perdida de energía. El espacio entre las perforaciones fue de 1 cm para realizar la conexión en serie paralelo del prototipo, en total se utilizaron 110 diodos de la siguiente forma véase ilustración 22.



*Ilustración 21 diodos en lamina de acrílico*

Fuente: Elaboración propia

Los signos + y – que se visualizan en la Ilustración 22 reflejan la polaridad de la carga de electrones que se conducen en el circuito y la posición en la que fueron puestos estos diodos, en donde las 2 primeras filas se realiza la primera serie en paralelo y así consecutivamente hasta la última fila terminando en serie. Para detallar mejor el diagrama del circuito véase Ilustración 19.

### **6.5.1 PROCESO DE SOLDADURA DE DIODOS**

El proceso de soldadura generalmente se refiere en la unión de dos o más materiales, de forma que queden como una pieza, esto puede ser producido por calentamiento a una temperatura adecuada y puede ser aplicada con un metal de aportación, con presión o sin esto se conoce como coalescencia (la unión de dos o más materiales) la ciencia y la industria han utilizado las clases de energía conocida para esta función estas se conocen como: Eléctrica, Química, Óptica y mecánica.

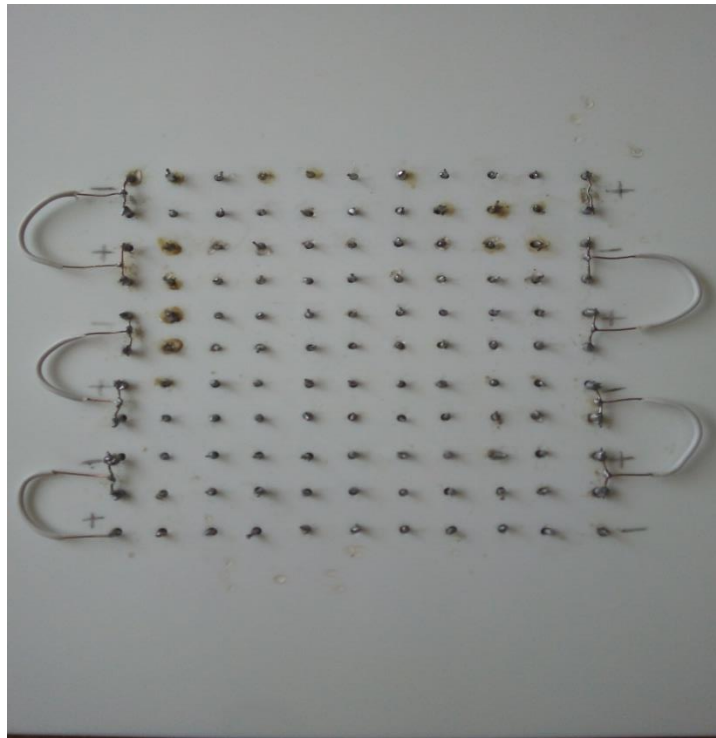
### **6.5.2 SOLDADURA BLANDA**

Este proceso también es llamado soldadura de estaño el cual fue utilizado en la fabricación del prototipo ya que se realizan uniones en donde el material tiene un punto de fusión menor que el material base esto realiza una la unión soldada sin fusión del material de aportación.

La temperatura de fusión la distingue de la soldadura fuerte, ya que en la soldadura blanda utiliza un punto de fusión debajo de los 450°C, Al contrario de la soldadura fuerte que está por encima, algo muy importante a la hora de realizar esta soldadura blanda es que la calidad del estaño debe tener una mezcla de 60-40 esto que quiere decir , su aleación de 60% de estaño y 40% de plomo,

en general este método es utilizado para piezas de un tamaño pequeño como: componentes electrónicos , circuitos ,etc.

Los componentes necesarios para realizar la soldadura: Cautín, pasta limpiadora y el metal de aportación (estaño), una vez organizados los diodos véase Ilustración 22 se procede a calentar el cautín. Cuando se adquiere la temperatura adecuada, se acercara el hilo de estaño y se calienta el material (Diodo) acercando finalmente el estaño para caldearlas, ya repartido uniformemente el estaño en las zonas caldeadas se dejara enfriar, este proceso de soldadura de diodos consistió en realizar una fusión de diodos en 11 filas en serie cada uno con 10 diodos, cada 2 filas se realizó una conexión en paralelo con cable telefónico menos la última fila puesta únicamente en serie véase Ilustración 23, consecutivamente se realizó la conexión serie paralelo para aumentar la eficiencia del prototipo.



*Ilustración 22 Vista del circuito del panel*

Fuente: Elaboración propia

El circuito indica el tipo de conexión que se lleva a cabo para la conducción de la corriente entre filas conectadas paralelamente y conectadas entre sí en serie de la forma ánodo (+) con cátodo (-) hasta la última serie.

## 7. PRUEBAS, ANALISIS Y RESULTADOS

El modelo físico fue puesto a prueba en día soleado y día nublado con 3 diferentes etapas del día: mañana, medio día y tarde, se tomaron datos con el multímetro de V y A en el transcurso véase Ilustración 23 y se compararon los datos entre si. Para realizar las medidas se tomaron los 2 cables de puente en la salida positiva del panel y la negativa para medir con el multímetro, esto con el fin de medir la efectividad en el transcurso del día.

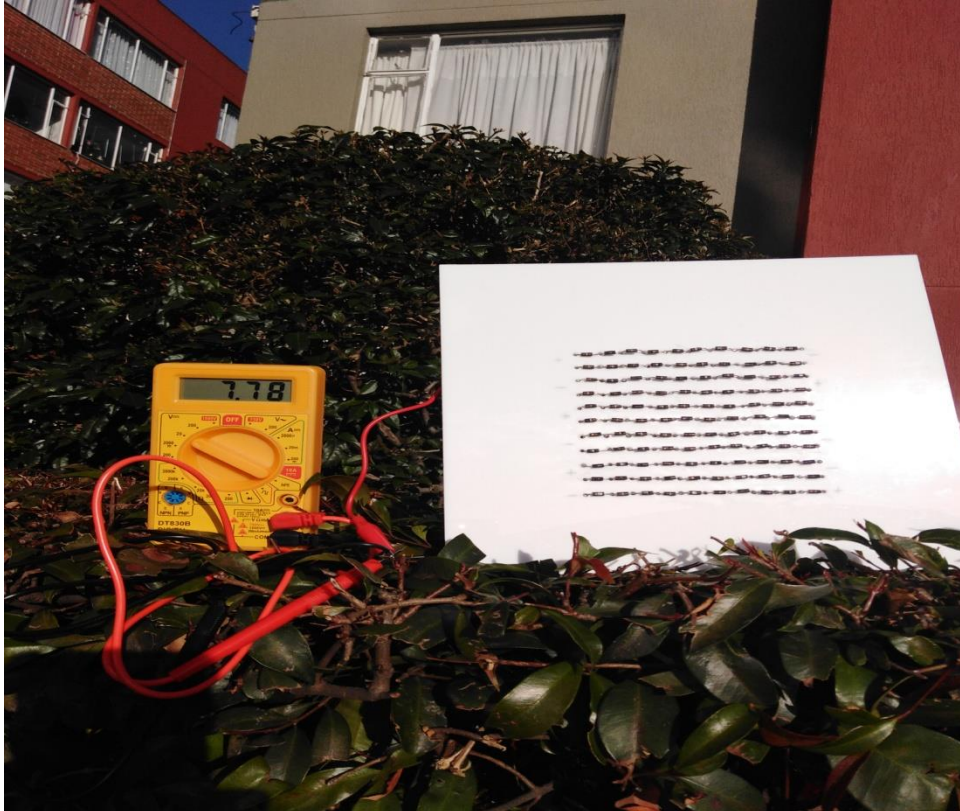


Ilustración 23 Montaje real medición valores I-V

Fuente: Elaboración propia

Durante la medición se han obtenido los siguientes datos en un día soleado:

ETAPA DEL DIA	DATOS PRUEBA DIA SOLEADO		
	Hora	V (V)	I (A)
Mañana	09:00	6.91	0.30
	09:13	6.70	0.60
	09:16	6.86	0.50
	09:20	6.87	0.26
	09:36	6.91	0.32
	09:45	6.93	0.20
Medio dia	12:00	6.76	0.46
	12:10	6.96	0.21

	12:23	7.01	0.50
	12:33	7.24	0.50
	12:40	7.32	0.60
	12:46	7.21	0.37
	12:50	7.00	0.84
Tarde	16:00	7.48	0.36
	16:20	7.49	0.73
	16:31	7.72	0.45
	16:43	7.81	0.33
	16:52	7.86	0.45
	17:00	7.86	0.45

Tabla 4 Valores medidos día soleado

Fuente: Elaboración propia

El promedio del Voltaje para un día soleado del panel fue de 7.23 V (Voltaje) y de 0.42 I (corriente) con un total de 110 diodos, el factor que aumentara nuestra capacidad de generar electricidad va a ser la cantidad de diodos y la radiación solar que reciba el panel. En cada etapa del día su promedio fue: Mañana de 6.86 V y 0.36 I, Medio día de 7.70 V y 0.44 I y Tarde de 7.13 V y 0.46 I, esto quiere decir que el punto donde más se aprovecha la energía es al medio día, se debe tener en cuenta que el panel debe estar perpendicular a la posición del sol y que en estas medidas la I (corriente) oscilo entre los 0.36 y 0.46 I porque es importante este dato, esta intensidad hará que los electrones se muevan más rápido en el circuito del polo positivo al negativo del panel.

Durante un día nublado se tomaron los siguientes datos:

ETAPA DEL DIA	DATOS PRUEBA DIA NUBLADO		
	Hora	V (V)	I (A)
Mañana	08:00	0.98	0.05
	08:16	0.80	0.05
	08:21	0.70	0.09
	08:32	0.92	0.08
	08:40	0.36	0.06
	08:47	0.46	0.06
Medio día	12:00	1.02	0.15
	12:08	1.15	0.21
	12:17	1.10	0.17
	12:24	1.12	0.20
	12:30	1.04	0.20
	12:42	1.19	0.18

	16:00	0.40	0.12
	16:13	0.65	0.12
	16:21	0.72	0.10
	16:35	0.70	0.70
	16:40	0.82	0.10
Tarde	16:50	0.90	0.10

Tabla 5 Valores medidos día nublado

Fuente: Elaboración propia

Para esta medida los datos tuvieron un bajo rendimiento ya que la sombra que produce la nube no permite que los rayos del sol se reflejen en el diodo, disminuyendo así la efectividad del prototipo ya que el se alimenta directamente de esto, los datos en cada etapa del día fueron: Mañana 0.70 V y 0.07 I, Medio día 1.10 V y 0.19 I y tarde 0.70 V y 0.21 I, los datos se redujeron en promedio un total del 94.7% como se muestra en la tabla 6.

PROMEDIOS MEDIDA					
DIA SOLEADO			DIA NUBLADO		
ETAPA	PROMEDIOS V	PROMEDIOS I	PROMEDIOS V	PROMEDIOS I	DIFERENCIA %
Mañana	6.86	0.36	0.70	0.07	94.71
Medio día	7.70	0.44	1.10	0.19	94.29
Tarde	7.13	0.46	0.70	0.21	93.52
Total					94.17

Tabla 6 Promedio y porcentaje de diferencia de las medidas

Fuente: Elaboración propia

Para que no ocurra esta pérdida tan exponencial se consideró el hecho de la elección de un sistema de acumulación, para que en dos puntos se mantenga operativo el sistema y se proporcione suficiente autonomía por el modelo por al menos un tiempo sin necesidad del factor del sol, esto que quiere decir, por medio de una batería genérica de litio-polímero se almacene la energía adquirida por el sol, sin que el modelo se vea afectado por los días nublados y lluviosos.

## 8. CONCLUSIONES

- Cuando diodos del mismo tipo se conectan en paralelo no comparten la misma corriente en el estado de conducción, debido a las faltas de coincidencia de sus curvas características V-I; por lo que se necesitan redes para igualar la corriente compartida.

- Cuando se conectan en serie diodos del mismo tipo; no comparten el mismo voltaje inverso, por falta de coincidencia en sus curvas características V-I. las redes de voltaje compartido se necesitan para igualar las repeticiones de voltaje.
- La aplicabilidad de los paneles solares fotovoltaicos a partir de diodos es muy amplia ya que el sol es una fuente inagotable y muy recomendable y la capacitación para su implementación no es dificultosa siendo así mismo amigable con el medio ambiente, el país colombiano presenta una geografía beneficiosa para la implementación de este tipo de tecnología, ya que se puede decir que la luz del sol cae perpendicularmente a la tierra con 8 horas aprovechables de radiación solar.
- La transformación de la radiación en los paneles solares resulta sencilla y eficiente a comparación de demás generadores de energía, al utilizar dichos paneles muchas de las regiones del país se verán beneficiadas implementando esta política ecológica buscando compensar los altos costos que la energía recae en el país, presupuesto que puede ser utilizado en áreas de interés y desarrollo.
- El mantenimiento de este prototipo es básico ya que no requiere de ningún tipo de mano de obra extra, dejando gastos de mantenimiento en 0.
- El correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico reducirá pérdidas del mismo y aplicabilidad de funciones de quien se interese en este tipo de generadores.
- Este estudio contemplo la identificación, evaluación y descripción de la capacidad del prototipo. Su diseño y fabricación como ya se menciona puede ser reciclado de aparatos electrónicos así reduciendo más su costo de fabricación, en caso de querer mejor capacidad se puede utilizar otro tipo de diodos con mayor capacidad de tensión y corriente siguiendo la misma estructura del circuito.
- Se contemplo como recomendación el uso de una batería como almacenamiento de esta energía sustituyendo la falta de generación en los días que no es aprovechable la luz del sol (Días nublados).
- Como muestra el modelo es de muy sencilla fabricación e instalación, se puede realizar tanto para una persona natural como jurídica, sin contar el sector rural que puede sacar buen provecho de estos prototipos.

## 9. CRONOGRAMA

<b>CRONOGRAMA ACTIVIDADES TESIS PANEL SOLAR</b>																	
<b>AUTOR</b>	JESÚS ALBERTO VELASCO ALVAREZ	<b>AÑO</b>	2019														
	<b>TAREAS CLAVES</b>	<b>AGO</b>				<b>SEP</b>				<b>OCT</b>				<b>NOV</b>			
		<b>SEM</b>				<b>SEM</b>				<b>SEM</b>				<b>SEM</b>			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>DIAGNÓSTICO DE ESTUDIO</b>	Estudio de alternativas de energías renovables																
	Revisión teórica paneles solares y tipos																
	Planteamiento del problema, objetivos y desarrollo de la tesis																
	Teorías aplicadas paneles solares fotovoltaicos																
<b>HERRAMIENTAS Y FABRICACION DEL PROTOTIPOFOTOVOLTAICO</b>	planteamiento del prototipo y estudio																
	Construcción del circuito en Proteus																
	Programación del prototipo en ISIS Proteus																
	Adquisición materiales y herramientas para fabricación																
	Fabricación del prototipo fotovoltaico																
<b>ESTUDIO Y ANALISIS DE COMPORRTAMIENTO DEL PROTOTIPO</b>	Toma de datos , mediciones y promedios de resultados del prototipo																
	Análisis de resultados																
	Mejoras recomendadas al panel solar y conclusiones																
<b>ENTREGA FINAL</b>	Entrega final proyecto.																

## 10. BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía

- Alonso, L. B. (2015). Influencia de los materiales cerámicos en colectores solares de placa plana para precalentamiento. *Revista Mutis*.
- Alvarez Daneri, A. D. (Noviembre de 2012). SISTEMA DE CALEFACCIÓN SOLAR DE AIRE. *Aplicación de diseño industrial*. Buenos Aires.
- Archive, T. S. (s.f.). Obtenido de <http://solarcooking.org/saussure.htm> .
- calor, T. d. (s.f.). *Fisic* . Obtenido de <https://www.fisic.ch/contenidos/termodin%C3%A1mica/trasferencia-del-calor/>
- Camilo Arancibia Bulnes, R. B. (2010). Energia del sol. *Ciencia* .
- DANE. (30 de 09 de 2019). *UMPE*. Obtenido de <https://www1.upme.gov.co/Resoluciones/447-2019.pdf>
- ECATEPEC, T. D. (2009). *LIBRO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA 2*. Estado de Mexico : Mexico .
- Education, U. D. (2009). *U.S. Department of Education*. Obtenido de <https://www2.ed.gov/espanol/policy/gen/leg/recovery/factsheet/overview.html>
- ELECTRÓNICA, L. D. (28 de 09 de 2016). *ifent*. Obtenido de <http://www.ifent.org/lecciones/lecciones.asp>
- Empresa ZECO. (21 de Abril de 2019). Obtenido de Turbina Kaplan: <https://www.zeco.it/zeco-turbinas/turbina-kaplan?lang=es>
- Environment, C. D. (2007). *The European Commission* . Obtenido de [https://ec.europa.eu/environment/eia/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/eia/index_en.htm)
- EPIA. (06 de 09 de 2011). *ENERGIAS RENOVABLES* . Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/producir-electricidad-fv-costara-la-mitad-en>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, M. Y. (2019). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Inventable. (04 de 09 de 2017). *Inventable*. Obtenido de <https://www.inventable.eu/2017/09/04/los-diodos-1n4000/>
- INZUNZA, J. C. (s.f.). *METEOROLOGIA DESCRIPTIVA*. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN .
- J. Gimeno Sales, S. O. (2014). *MÓDULOS FOTOVOLTAICOS*. Universitat Politècnica de València.
- Jhonnatan Gómez Ramírez, J. M. (3 de 08 de 2016). LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA. BOGOTA , COLOMBIA .
- Jorge, S. (07 de Agosto de 2017). Obtenido de El Espectador: <https://www.elespectador.com/economia/en-penumbbras-25-millones-de-colombianos-no-tienen-energia-electrica-articulo-706892>
- logicas, f. (07 de 07 de 2018). *Familias logicas* . Obtenido de <http://familiaslogicas.blogspot.es/1530978418/diodo-semiconductor/>
- Maker, A. P. (2002). PERSPECTIVA AMBIENTAL 25 COCINA SOLAR. *Fundacio terra*, 34.
- Martínez, A. C. (2008). *SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA*.
- Menna. (14 de Septiembre de 2018). Obtenido de Como funciona una turbina hidraulica: <https://como-funciona.co/una-turbina-hidraulica/>

- Morales, S., Corredor, L., Paba, J., & Pachecho, L. (25 de Febrero de 2014). *Portal de revistas UN*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/39757/53963>
- OHM, L. D. (s.f.). *Tema 4: magnitudes electricas*. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/18009201/helvia/sitio/upload/2\\_ejercicios\\_ley\\_de\\_Ohm.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/18009201/helvia/sitio/upload/2_ejercicios_ley_de_Ohm.pdf)
- Olea, A. A. (02 de 2001). *Uned*. Obtenido de [https://info.uned.es/cabergara/ppropias/Morillo/web\\_et\\_dig/02\\_semiconduc/semiconductores.pdf](https://info.uned.es/cabergara/ppropias/Morillo/web_et_dig/02_semiconduc/semiconductores.pdf)
- Ossberger. (21 de Abril de 2019). Obtenido de *Tecnologia Hidraulica*: <https://ossberger.de/es/tecnologia-hidraulica/turbina-original-ossbergerr-de-flujo-cruzado>
- Sánchez, C. (2007). EL ACCIDENTE DE CHERNÓBIL. *Vivat Academia*, 32.
- SCHIAVON, P. M. (2011). FUNDAMENTOS DE DIODOS . En M. I. SCHIAVON.
- SIEL. (2019). *SIEL*. Obtenido de <http://www.siel.gov.co/Inicio/Demanda/ProyeccionesdeDemanda/tabid/97/Default.aspx>
- TELECOMUNICACION, I. D. (2002). *Energia Solar Fotovoltaica* . MADRID: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION .
- Ternium. (2004). *Electrónica basica I*. Ternium.
- UPME. (2016). *SEGURIDAD ENERGÉTICA PARA COLOMBIA*.
- Ureña, M. S. (2012). *La política exterior alemana de diversificación energética*. Madrid: Real Instituto Elcano.
- ZEMANSKY, S. (2009). *FISICA UNIVERSITARIA*. Sana Barbara, California : DECIMOSEGUNDA EDICIÓN E-BOOK.