

**PLANTA DE GENERACION FOTOVOLTAICA**

**JULIAN ANDRES REAL ARBOLEDA**

**CC.1.030.566.720 DE BOGOTA**

**JAVIER HERNANDO PERILLA FAGUA**

**CC.1.018.423.447 DE BOGOTA**



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**SOACHA**

**2012**

**PLANTA DE GENERACION FOTOVOLTAICA**

**JULIAN ANDRES REAL ARBOLEDA**

**CC.1.030.566.720 DE BOGOTA**

**JAVIER HERNANDO PERILLA FAGUA**

**CC. .1.018.423.447 DE BOGOTA**



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos

**Director**

**Ing. John Freddy Valcárcel**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**SOACHA**

**2012**



---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

## AGRADECIMIENTOS

**Al Ing. John Fredy Valcárcel**

**Al Ing. Cranford Castillo**

Director, miembros y colaboradores de la tesis de grado; por su ayuda y apoyo incondicional para la realización y culminación de este trabajo.

1. Humberto Rodríguez Murcia. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA. Rescatado de: Revista de Ingeniería. PDF.
2. ENERGIA SOLAR\_ITESO. Instituto tecnológico y de estudios superiores de occidente. Juan Hermosillo. 1995 PDF
3. GUIA DE LA ENERGIA SOLAR. Dirección general de industrias, energía y minas. Comunidad de Madrid 2006. PDF.
4. 1er MINI-CURSO-LECCION 1. "como construir tu propio panel solar". Eliseosebastian.com. PDF.

## DEDICATORIA

A todos aquellos  
Ángeles que me  
Ayudaron a mantenerme  
De pie.  
*fofo :D*

## RESUMEN

El control de dispositivos ha sido un problema estudiado por el hombre por el consumo de energía y la contaminación. Los paneles solares son una solución rápida y efectiva para la energía utilizada en hogares, fabricas, edificios, industrias, etc. A medida del paso del tiempo el hombre a tenido la necesidad de buscar formas de ahorro energético y de menor contaminación para el planeta, de esta manera los paneles solares aunque costosos nos permiten solucionar estos problemas a corto plazo, la razón de este proyecto es diseñar una planta de energía renovable la cual baje costos de electricidad utilizando nuevas tecnologías más avanzadas pero más ambientales y así en un futuro bajar los índices de contaminación ambiental.

## ABSTRACT

Device control has been a problem for the man studied by energy consumption and pollution. Solar panels are a quick and effective solution to the energy used in homes, factories, buildings, industries, etc... As the passage of time man has had the need to find ways of saving energy and less pollution for the planet, so although expensive solar panels allow us to solve these problems in the short term, the reason for this project is to design renewable energy plant which lower electricity costs by using new advanced technologies and environmental well but in a lower future rates of pollution.

## PALABRAS CLAVES

Control, dispositivos, energía, contaminación, efectiva, energético, costosos, plazo, proyecto, diseñar, planta, renovable, futuro, índices.

## KEY WORDS

Device, energy, pollution, effective, power, costly, time-limit, project, draw, plant, renewable, future, index.

1. Humberto Rodríguez Murcia. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA. Rescatado de: Revista de Ingeniería. PDF.
2. ENERGIA SOLAR\_ITESO. Instituto tecnológico y de estudios superiores de occidente. Juan Hermosillo. 1995 PDF
3. GUIA DE LA ENERGIA SOLAR. Dirección general de industrias, energía y minas. Comunidad de Madrid 2006. PDF.
4. 1er MINI-CURSO-LECCION 1. "como construir tu propio panel solar". Eliseosebastian.com. PDF.

## TABLA DE CONTENIDO

### I MARCO TEÓRICO

INTRODUCCION

JUSTIFICACION

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL	1
1.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	
2. LINEA DE INVESTIGACION	1
2.1. ENERGIAS RENOVABLES	
2.2. COMBUSTIBLES FOSILES	2
2.3. FUENTES DE ENERGIAS NO RENOVABLES	
2.4. FUENTES DE ENERGIA FOSIL	2
3. FUENTES DE ENERGIA RENOVABLE	2
3.1. ENERGIA SOLAR	3
4. EL ESPECTRO DE LA RADIACIÓN SOLAR	3
5. INTERACCION CON LA ATMÓSFERA, RADIACION GLOBAL, DIRECTA Y DIFUSA	3
6. CLIMA Y MEDIO AMBIENTE	4
7. CAMBIO CLIMÁTICO	4
7.1. CONTAMINACIÓN EN EL PLANETA	5

### II MARCO EMPÍRICO

8. PROBLEMA	6
9. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	
10. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA	6
11. ¿QUÉ ES LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA?	7
12. ANTECEDENTES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN COLOMBIA	7
13. ¿QUE APLICACIONES TIENE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA?	9
14. INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA.	9
15. INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA	
16. ¿QUÉ SISTEMAS FORMAN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA?	10

<b>17. PANELES SOLARES</b>	<b>12</b>
<b>17.1. RENDIMINETO Y DIMENSIONES</b>	<b>13</b>
<b>17.2. FASES DEL DIA</b>	<b>14</b>
<b>17.3. TEMPERATURA</b>	
<b>17.4. INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES</b>	
<b>17.5. CALIBRE DEL CABLE</b>	<b>14</b>
<b>18. SEGUIDOR DE LUZ</b>	<b>15</b>
<b>18.1. COMPONENTES</b>	<b>16</b>
<b>19. REGULADOR DE VOLTAJE</b>	<b>19</b>
<b>20.1. COMPONENTES</b>	<b>21</b>
<b>20. ALMASENAMIENTO DE ENERGIA (BATERIAS)</b>	<b>24</b>
<b>21. CONVERTOR INVERSOR DC-AC</b>	<b>25</b>
<b>21.1. COMPONENTES</b>	<b>27</b>
<b>22. FUSIBLE</b>	<b>29</b>
<b>23. DIODOS</b>	<b>30</b>
<b>24. IMPLEMENTACION PLANTA DE GENERACION FOTOVOLTAICA</b>	<b>30</b>
<b>25. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>31</b>
<b>26. ASPECTOS ECONÓMICOS</b>	<b>31</b>
<b>27. CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>28. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>34</b>
<b>29. INFOGRAFIA</b>	<b>35</b>

1. Humberto Rodríguez Murcia. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA. Rescatado de: Revista de Ingeniería. PDF.
2. ENERGIA SOLAR\_ITESO. Instituto tecnológico y de estudios superiores de occidente. Juan Hermosillo. 1995 PDF
3. GUIA DE LA ENERGIA SOLAR. Dirección general de industrias, energía y minas. Comunidad de Madrid 2006. PDF.
4. 1er MINI-CURSO-LECCION 1. "como construir tu propio panel solar". Eliseosebastian.com. PDF.

## TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1. Esquema planta fotovoltaica</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2. Componentes del sistema</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3. Paneles solares</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4. Compuestos panel solar</b>	<b>13</b>
<b>Figura 5. Panel solar 1.80cm x 60cm</b>	<b>13</b>
<b>Figura 6. Circuito seguidor de luz</b>	<b>15</b>
<b>Figura 7. Diseño circuito seguidor de luz</b>	<b>16</b>
<b>Figura 8. Fotorresistencia</b>	<b>16</b>
<b>Figura 9. LDR</b>	<b>17</b>
<b>Figura 10. Integrado LM311</b>	<b>17</b>
<b>Figura 11. Transistor 2n3906-2n3904</b>	<b>18</b>
<b>Figura 12. Diodo 1n4148</b>	<b>18</b>
<b>Figura 13. Motor DC</b>	<b>19</b>
<b>Figura 14. Circuito regulador de voltaje</b>	<b>19</b>
<b>Figura 15. Valores regulador de voltaje</b>	<b>20</b>
<b>Figura 16. Diseño regulador de voltaje</b>	<b>20</b>
<b>Figura 27. Medición regulador de voltaje</b>	<b>21</b>
<b>Figura 18. Regulador LM317</b>	<b>22</b>
<b>Figura 19. Condensadores</b>	<b>23</b>
<b>Figura 20. Potenciómetros de precisión</b>	<b>23</b>
<b>Figura 21. Baterías recargables</b>	<b>25</b>
<b>Figura 22. Conversor inversor DC-AC</b>	<b>26</b>
<b>Figura 23. Diseño conversor inversor DC-AC</b>	<b>26</b>
<b>Figura 24. Transformador 12v-110v</b>	<b>28</b>
<b>Figura 25. Transistor 2n3055</b>	<b>28</b>
<b>Figura 26. Resistencia de potencia</b>	<b>29</b>
<b>Figura 27. Condensador de potencia</b>	<b>29</b>
<b>Figura 28. Fusible</b>	<b>30</b>
<b>Figura 29. Diodo de seguridad</b>	<b>30</b>

## I MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de factores energéticos es uno de los principios más importantes en el desarrollo Tecnológico de las naciones, a su vez, este desarrollo determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por tanto la disponibilidad de ese recurso. Los recursos energéticos son usados por el hombre para satisfacer algunas de sus necesidades básicas en forma de calor y trabajo.

El calor es energía para un sin número de aplicaciones, como la climatización del espacio, la cocción de alimentos, la producción o transformación de algunos compuestos químicos. La utilización doméstica del calor con el dominio del fuego en la épocas prehistóricas y la invención de las maquinas térmicas a partir del siglo XVII constituye algunos de los logros tecnológicos más grandes de la historia de la humanidad.

El planeta tierra como organismo productor de vida y hogar de muchas especies, tiene en su medio ambiente diversas fuerzas naturales que el hombre ha utilizado para su beneficio, como lo son la corriente del agua, la velocidad y fuerza del viento entre otras.

Las fuerzas naturales son producidas por diferentes fenómenos naturales y su uso casi siempre es el mismo desde la obtención de energías renovables, La energía solar es la energía radiante del sol recibida en la tierra es una fuente de energía que tiene varias e importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, entre estas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y la utilización libre de polución.

El fenómeno fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el científico francés, Henri Becquerel. Las primeras celdas solares de selenio fueron desarrolladas en 1880, sin embargo en Colombia esta tecnología solo se empezó a implementar a comienzos de los años 80 por TELECOM en conjunto con la UNIVERSIDAD NACIONAL En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales. Varias empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Las conocidas dificultades de orden público que atravesaba el país en la década del 90, frenaron el desarrollo de la investigación y el mercado.

La generación de electricidad con energía solar tiene enormes perspectivas, teniendo en cuenta que en Colombia cerca de un millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural. Por esto la implementación de plantas

1. Humberto Rodríguez Murcia. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA. Rescatado de: Revista de Ingeniería. PDF.
2. ENERGIA SOLAR\_ITESO. Instituto tecnológico y de estudios superiores de occidente. Juan Hermosillo. 1995 PDF
3. GUIA DE LA ENERGIA SOLAR. Dirección general de industrias, energía y minas. Comunidad de Madrid 2006. PDF.
4. 1er MINI-CURSO-LECCION 1. "como construir tu propio panel solar". Eliseosebastian.com. PDF.

fotovoltaicas es una propuesta que se ha generado con el fin de solucionar esta carencia que afecta considerablemente a esta población.

## 1. JUSTIFICACION

Las plantas de generación fotovoltaica es una solución a la problemática de energías renovables para la no contaminación de zonas urbanas o rurales. Es inevitable pensar en el daño que se le está haciendo al planeta al contaminarlo cada día más y en un futuro dejar a las próximas generaciones un mundo destruido. La Energía Solar por ejemplo es una energía limpia y renovable, las plantas generadoras son conformadas por equipos de fácil instalación y con una vida útil prolongada que además se integra perfectamente en el ambiente urbano.

La tecnología actual permite que prácticamente cualquier edificio pueda convertirse en una pequeña central generadora de electricidad, el control de dispositivos ha sido un problema estudiado por el hombre desde el consumo de energía y la contaminación.

La planta de generación fotovoltaica es una solución rápida y efectiva para la energía utilizada en hogares, fabricas, edificios, industrias, etc. A medida del paso del tiempo el hombre ha tenido la necesidad de buscar formas de ahorro energético y de menor contaminación para el planeta, de esta manera los paneles solares aunque costosos nos permiten solucionar estos problemas a corto plazo, la razón de este proyecto es diseñar una planta de energía renovable la cual baje costos de electricidad utilizando tecnologías recientes y avanzadas pero más ambientales y así en un futuro bajar los índices de contaminación ambiental que se han generado a partir de la mano del hombre.

En clima en esta zona del mundo “Colombia”, es ideal para la recolección de radiación solar en la región Caribe por ejemplo, su ambiente despejado de nubes y poca lluvia, es perfecto para la implementación de las plantas fotovoltaicas, ya que se aprovecha al 100% los rayos del sol. Por otra parte la región cafetera, “Quindío, Manizales, etc.” No es muy apropiada para este tipo de energías renovables por sus continuas y extensas épocas de lluvias y fríos intensos, lo cual provoca nubosidad en gran parte del día.

## 1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una planta de generación fotovoltaica para el control permanente del consumo de energía eléctrica empleando paneles solares.

### 1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Implementar paneles solares para el suministro permanente de energía.
- Almacenar en forma de carga la energía proporcionada por los paneles solares en baterías.
- Realizar el diseño del circuito conversor de energía DC-AC para el suministro adecuado a hogares, empresas, etc.

## 2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. LAS ENERGIAS RENOVABLES

A medida que una sociedad es más desarrollada consume más energía. Pero la energía que se obtiene del carbón, del petróleo y del gas no se renueva y se va agotando año tras año. Lo inteligente es ir aprovechando otras fuentes de energía que están a nuestro lado: viento, sol, residuos, etc. las cuales son renovables año tras año, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para los ciudadanos.

El consumo de energía es necesario para el desarrollo económico y social. Entonces, ¿Por qué es necesario utilizar fuentes energéticas diferentes de las tradicionales? Ante esta pregunta se pueden enumerar diversas razones, por ejemplo:

- Las energías no renovables se van agotando
- Pueden producir impactos negativos en el medio ambiente
- No aseguran el abastecimiento energético desde el exterior

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra, y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.

## 2.2. COMBUSTIBLES FOSILES

Los combustibles fósiles comprenden principalmente el petróleo y sus derivados (gasolina, diesel, turbosina, etc.), el gas natural y el carbón mineral. Al principio de la explotación de estos recursos, se consideraban ilimitados y su impacto ambiental era despreciable. Sin embargo al extraordinario crecimiento de la población mundial, solo queda petróleo disponible para su explotación económica durante la primera mitad del siglo XX1.

## 2.3. FUENTES DE ENERGIA NO RENOVABLE

Se considera no renovable la energía que esta almacenada en cantidades inicialmente fijas, comúnmente en el subsuelo. A medida que se consume un recurso no renovable, se va agotando. las reservas disponibles están sujetas a la factibilidad técnica y económica de su explotación, al descubrimiento de nuevos yacimientos y al ritmo de extracción y consumo.

## 2.4. FUENTES DE ENERGIA FOSIL

**Petróleo.** El petróleo es una mezcla de una gran variedad de hidrocarburos (compuesto de carbono e hidrogeno). Y sus derivados (diversas gasolinas, el diesel, el turbosina, la tractolina, el chapopote, etc.)

**Gas natural.** Compuesto principalmente por metano y corresponde a la fracción más ligera de los hidrocarburos.

**Carbón mineral.** El carbón mineral es abundante, pero los problemas ecológicos son aún mayores que los inherentes al petróleo y sus derivados.

**Energía geotérmica.** La energía geotérmica consiste en extraer calor del magma incandescente de la tierra.

**Energía nuclear.** Se obtiene de la modificación de los núcleos de algunos átomos.

## 3. FUENTES DE ENERGIAS RENOVABLES

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra, y de los residuos.

**Energía solar.** Está constituida por la porción de luz que emite el sol y que es interceptada por la tierra. Se divide en (directa, térmica y fotovoltaica).

**Energía eólica.** Esta es la energía que se extrae del viento.

**Energía hidráulica.** Esta energía se obtiene a partir de caídas de agua, artificiales o naturales. Típicamente se construyen presas para la transformación de esta energía.

### 3.1 ENERGIA SOLAR

Tal vez innecesario pero vale la pena enfatizar que el Sol es fuente energética natural, no contaminante e inagotable.

Puede, en un futuro próximo, liberarnos de la dependencia del petróleo y de los otros recursos menos seguros (centrales térmico-nucleares y plantas hidroeléctricas o gas natural).

El punto débil de esta tecnología es la poca radiación solar durante el invierno.

El Sol y el Viento no siempre están disponibles a la necesidad energética del momento pero hay corrientes nuevas que con el binomio **sales fundidas** y **energía solar** se lograría la energía eléctrica hasta en largas horas de ausencia del astro rey.

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite. El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar, pudiendo ser de dos clases: captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. La energía solar es una de las fuentes de energía que más desarrollo está experimentando en los últimos años y que más expectativas tiene para el futuro.

## 4. EL ESPECTRO DE LA RADIACION SOLAR

Vale la pena siempre tener en cuenta que la radiación emitida por el Sol no tiene la misma intensidad a cualquier longitud de onda, ni la misma energía en sus diferentes posiciones y estaciones del año.

Es importante conocer los lugares con un mínimo de irradiación para asegurar el trabajo de los sistemas de captación de fotones que finalmente se convertirían en corriente eléctrica hasta nuestros hogares o centros de intención de captación.

## 5. INTERACCION CON LA ATMOSFERA, RADIACION GLOBAL, DIRECTA Y DIFUSA.

La radiación solar, en su trayecto hacia la superficie terrestre, es parcialmente absorbida, reflejada y dispersada por los distintos constituyentes de la atmósfera.

Para los efectos prácticos que nos interesan, estos fenómenos de absorción, reflexión y difusión, dan origen a dos componentes: La radiación\_directa\_y la radiación\_difusa; la primera es la que proviene directamente del disco solar, aquella capaz de proyectar sombras, y la segunda es la que llega dispersada en todas direcciones de la bóveda celeste. La suma de estas dos se llama radiación global o hemisférica.

## 6. CLIMA Y MEDIO AMBIENTE

El consumo de hidrocarburos está produciendo ya alteraciones de la atmosfera a nivel mundial. Los niveles de bióxido de carbono que se detectan actualmente son significativamente mayores de los que existían en 1950. Esto produce el conocido efecto invernadero, que está produciendo ya un incremento en las temperaturas promedio mundiales.

Los combustibles fósiles también son causantes de la llamada lluvia acida, que en los bosques cercanos a las áreas altamente industrializadas está causando grandes daños al suelo, y por tanto a la flora y la fauna. en las grandes ciudades , la combinación de las emisiones de gases de combustión , con algunos otros fenómenos naturales , como las inversiones térmicas, la humedad y la radiación solar produce algunos efectos indeseables para la salud humana ,como el humo niebla (smog) , las altas concentraciones de ozono y , en general ,la concentración de componentes indeseables en la atmosfera.

Tanto por razones económicas (próxima escases de hidrocarburos) como ecológicas (alteraciones de la atmosfera y el suelo), es imperativo el desarrollo de nuevas alternativas energéticas, que sean menos agresivas con el medio ambiente. El actual esquema de consumo energético, a nivel mundial, simplemente no es sustentable, es decir, no puede mantenerse indefinidamente sin amenazar su propia existencia. algunos modelos que consideran los efectos que está teniendo actualmente el uso y abuso de los combustibles fósiles, considerando las posibles tendencias futuras, amenazan con producir una catástrofe en contra de la humanidad , antes de que termine el siglo XXI.

## 7. EL CAMBIO CLIMATICO

El sector energético es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases producidos son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> derivados de la quema de combustibles fósiles, así como el de las minas de carbón, y de las instalaciones de hidrocarburos y gas. Los sectores transformadores “producción de electricidad” y “refino” tienen una contribución al efecto invernadero del 30 %.

Las investigaciones del Grupos ecologistas y de medio ambiente sobre el Cambio Climático ponen de manifiesto que las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de origen humano, elevarán la temperatura media mundial entre 1,4 y 5,8 °C para finales de siglo. Dichos gases influirán también en las pautas meteorológicas, los recursos hídricos, los ciclos de las estaciones, los ecosistemas y los acontecimientos climáticos extremos.

## 7.1. CONTAMINACION EN EL PLANETA

El Sol es una fuente de energía natural, limpia e inagotable. Cada año el Sol vierte sobre la Tierra cuatro veces más energía de la que necesitamos.

Durante muchos millones de años, el clima de la Tierra se ha mantenido a una temperatura media relativamente estable, lo que ha permitido el desarrollo de la vida. Los gases invernadero han conservado su equilibrio gracias, fundamentalmente, a la acción de la lluvia y de los árboles, que regulan las cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera.

Sin embargo, en los últimos 50 años, las concentraciones de gases invernadero están creciendo rápidamente como consecuencia de la acción humana. El uso generalizado de los combustibles fósiles, el debilitamiento de la capa de ozono y la destrucción de las masas forestales están favoreciendo el aumento de la temperatura de la Tierra, provocando cambios drásticos en el clima mundial y haciéndolo cada vez más impredecible.

Ante esta perspectiva, los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU (UNFCCC), que marca objetivos legalmente obligatorios para que, durante el periodo 2008-2012, los países industrializados reduzcamos un 5,2 % –sobre los niveles de 1990– las emisiones de los principales gases de efecto invernadero. Y cada uno de nosotros podemos contribuir en alcanzar esta meta, utilizando energías renovables y fomentando el ahorro energético.

Existen dos vías principales para el aprovechamiento de la radiación solar:

- Energía Solar Térmica
- Energía Solar Fotovoltaica

El aprovechamiento de la **Energía Solar Térmica** consiste en utilizar la radiación del sol para calentar un fluido que, en función de su temperatura, se emplea para producir agua caliente e incluso vapor. El aprovechamiento de la **Energía Solar Fotovoltaica** se realiza a través de la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante “células solares” que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.

## 8. PROBLEMA

En la actualidad el ahorro de energía eléctrica en residencia, empresas entre otras, es una preocupación constante por el gasto energético y monetario por otro lado la conservación del medio ambiente es una prioridad mundial para tener un futuro mejor.

## 9. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Como solución pretendemos diseñar una planta generadora de energía fotovoltaica que nos permita utilizar energía solar para luego transformarla a energía eléctrica.

## 10. TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

El fenómeno fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el científico francés, Henri Becquerel. Las primeras celdas solares de selenio fueron desarrolladas en 1880, sin embargo, no fue sino hasta 1950 que se desarrollaron las celdas de silicio mono cristalino que actualmente dominan la industria fotovoltaica. Las primeras celdas de este tipo tenían una eficiencia de conversión de solo 1%; ya para 1954 se había logrado incrementar la eficiencia al 6% en condiciones normales de operación, mientras en el laboratorio se lograron eficiencias cercanas a 15%. Desde entonces hasta nuestros días la eficiencia en las células no ha mejorado notablemente.

La producción eléctrica está basada en el fenómeno físico denominado "efecto fotovoltaico", que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes en la naturaleza, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una de ellas una corriente de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente de energía la radiación luminosa. Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula).

El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. La capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

Generalmente, una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 mm y una forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximadamente igual a 100 mm<sup>2</sup>. Los materiales para la fabricación de los paneles solares son:

- Silicio Mono cristalino: de rendimiento energético hasta 15 - 17%
- Silicio Poli-cristalino: de rendimiento energético hasta 12 - 14 %
- Silicio Amorfo: con rendimiento energético menor del 10 %;
- Otros materiales: Arseniuro de galio, diseleniuro de indio y cobre, telurio de cadmio.

Actualmente, el material más utilizado es el silicio monocristalino que tiene prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.

## **11. ¿QUE ES LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA?**

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para su fabricación suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía.

## **12. ANTECEDENTES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN COLOMBIA**

La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2.950 de tales sistemas.

El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas. Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones.

Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. Según un estudio realizado, entre 1985 y 1994 se importaron 48.499 módulos solares para una potencia de 2.05 MWp [2]. De estos 21.238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural. El estudio anterior también indicó, sobre una muestra de 248 sistemas (con 419 módulos), que 56% de los sistemas funcionaban sin problemas, 37% funcionaban con algunos problemas y 8% estaban fuera de servicio.

Como principal fuente de problemas se encontraron la falta de mínimo mantenimiento, suministro de partes de reemplazo (reguladores y lámparas) y sistemas sub-dimensionados. Estos problemas, que se suelen repetir aún hoy en día, indican la importancia que tiene el asegurar la sostenibilidad del suministro del servicio de energía para estos usuarios. Estas dificultades se han mostrado como una de las debilidades más graves del servicio de energía con estos sistemas. Y más que tratarse de un problema meramente técnico, el problema es de calidad del servicio y de atención al usuario.

En los últimos diez años tampoco se han realizado estudios sobre el comportamiento de estos sistemas. En los programas de electrificación rural, el sistema convencional para hogares aislados ha constado de un panel solar de 50 a 70 Wp, una batería entre 60 y 120 Ah y un regulador de carga.

Estos pequeños sistemas suministran energía para iluminación, radio y TV, cubriendo las necesidades realmente básicas de los campesinos. El costo actual de este sistema es del orden de US\$ 1 200 a 1 500, afectado principalmente por los elevados costos de instalación en las zonas remotas. Durante los últimos años, se han instalado muchos más sistemas en los programas de electrificación rural, con fuerte financiación del Estado, haciendo uso actualmente de recursos como el FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas). El IPSE (Instituto para la Promoción De Soluciones Energéticas) es en la actualidad la institución que lidera las acciones del Estado en la energización del campo colombiano. Según esta institución hay en la actualidad más de 15 000 sistemas instalados para estas aplicaciones. Pero, además, el IPSE tiene en desarrollo soluciones innovadoras como sistemas híbridos, en donde se combinan por ejemplo la energía solar fotovoltaica y las plantas diesel, para reducir los costos de generación del diesel y emplear el generador diesel como respaldo.

El mercado de sistemas solares fotovoltaicos tuvo su boom hacia finales de los años ochenta con el programa de telecomunicaciones rurales de Teleco; las conocidas dificultades de orden público de la década de 90 frenaron el desarrollo del mercado, que aún se puede estimar en el orden de 300 kW por año. Si se consideran 30 años de desarrollo de este mercado, entonces la potencia instalada sería del orden de 9 MWp.

La generación de electricidad con energía solar tiene, entonces, enormes perspectivas, teniendo en cuenta que en Colombia cerca de 1 millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural.

### **13. ¿QUE APLICACIONES TIENE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA?**

Una instalación solar fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar. La energía solar fotovoltaica tiene multitud de aplicaciones, desde la aeroespacial hasta juguetes pasando por las calculadoras y la producción de energía a gran escala para el consumo en general o a pequeña escala para consumo en pequeñas viviendas. Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones: las de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución, y las aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación, bombeo de agua para riego, etc.

### **14. INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELECTRICA**

La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de energía eléctrica. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas son las siguientes:

– Instalaciones en tejados, terrazas, etc. de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.

– Plantas de producción: Son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse

En zonas rurales no aprovechadas para otros usos (“huertas solares”, “cooperativas energéticas”) o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, etc.)

– Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por tanto son generadores de energía (recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc.)

### **15. INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELECTRICA**

Estas instalaciones se emplean sobre todo en aquellos emplazamientos en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo. La electricidad generada se destina a autoconsumo. Las principales aplicaciones de los sistemas aislados son:

- Electrificación de viviendas y edificios, principalmente para iluminación y electrodomésticos de baja potencia
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias y ganaderas
- Bombeo y tratamiento de agua
- Antenas de telefonía aisladas de la red
- Señalización y comunicaciones

## 16. ¿QUE SISTEMAS FORMAN UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA?

Los esquemas básicos de instalaciones fotovoltaicas es el siguiente:

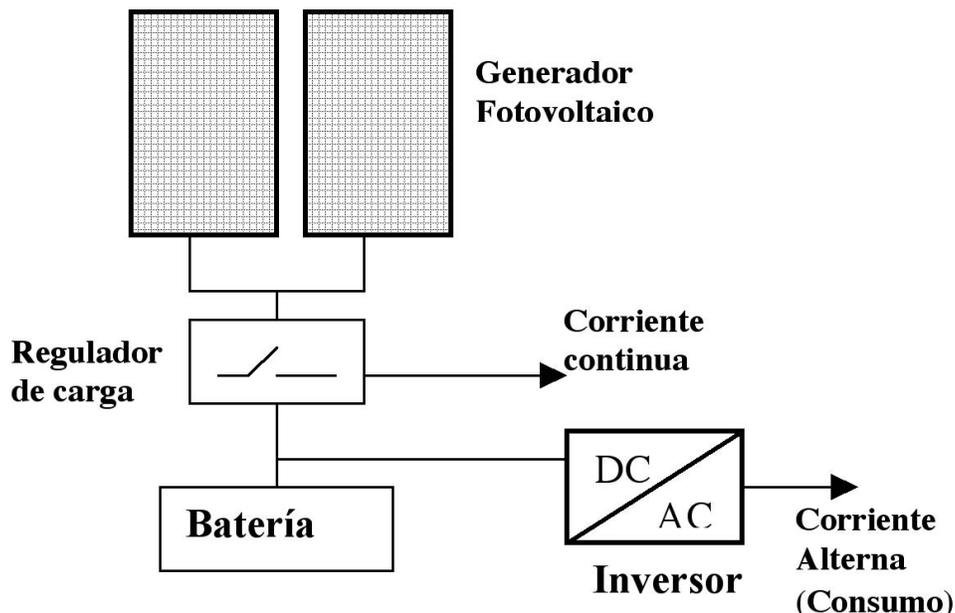


Figura 1. Esquema planta fotovoltaicos

Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la radiación solar, produce energía eléctrica en condiciones de ser aprovechada por el hombre. El sistema consta de los siguientes elementos:

- Un generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).

- Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador (batería), que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Un acumulador (batería), que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Un inversor DC-AC, que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador (batería), en corriente alterna de 110 V.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador (batería) hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 ó 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 110 V a través de un inversor.

Si en vez de un panel solar se instala un aerogenerador el sistema se denomina eólico. Si se instalan ambos será un sistema mixto. En este caso cada uno debe llevar su propio regulador.

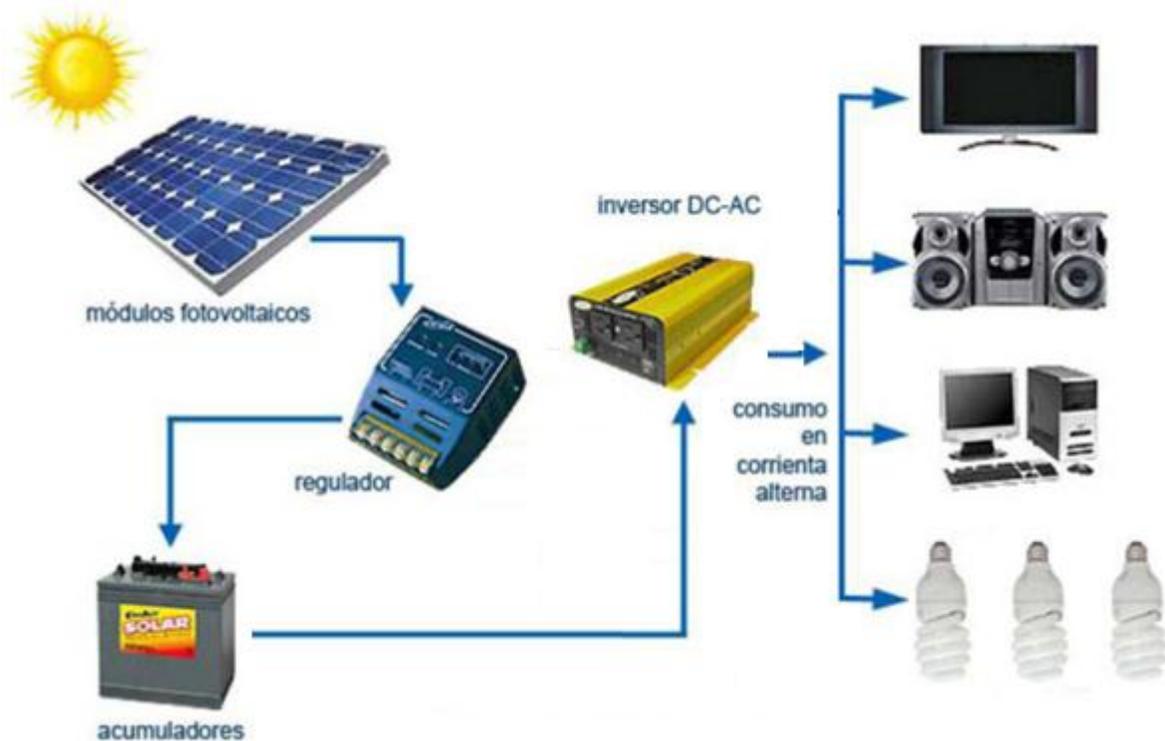


Figura 2. Componentes del sistema

## 17. PANELES SOLARES

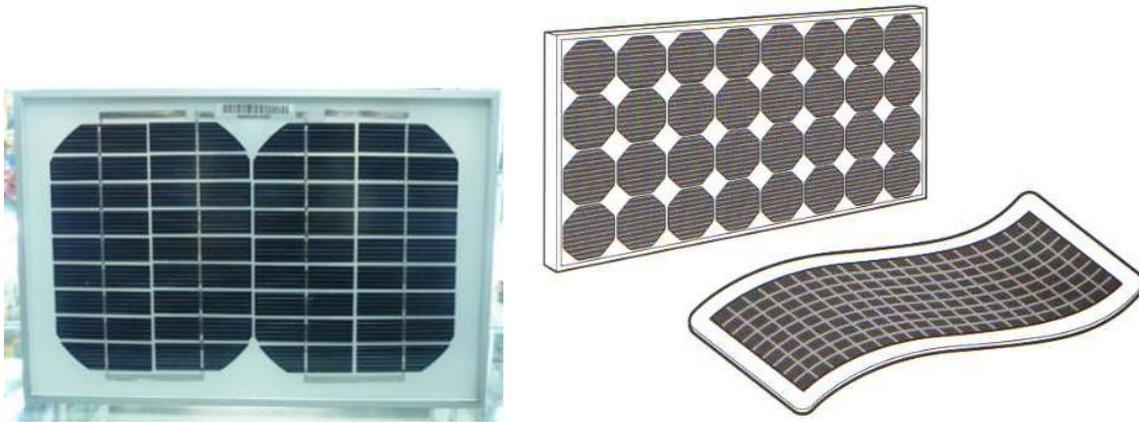


Figura 3. Paneles solares

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador fotovoltaico. El generador fotovoltaico es el elemento encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esta electricidad se produce en corriente continua, y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente.

### TIPOS CRISTALINOS

Las células solares más eficientes, basadas en el silicio que se encuentra en abundancia en la arena, son las de tipo **monocristalino**, donde cada célula se corta con un fino espesor a partir de una barra de silicio que ha recibido un tratamiento específico. Existen también las células de tipo **policristalino**, que combinan diferentes cortes pequeños de silicio. El tipo policristalino es algo menos eficiente que el monocristalino en condiciones ideales de iluminación, pero es algo mejor cuando el sol alcanza ángulos más bajos de incidencia sobre el panel. Es en la práctica el tipo más usado, aunque no tolera deportivamente la inclusión de sombras, o los días nublados.

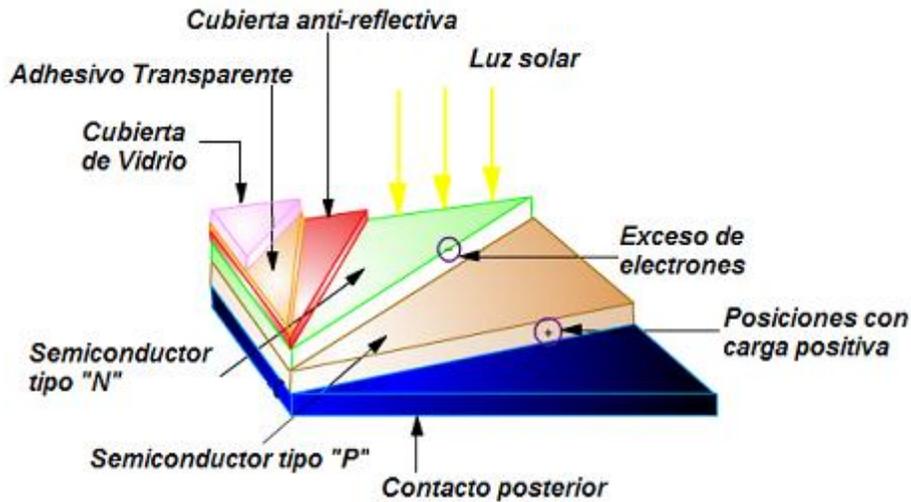


Figura 4. Compuestos panel solar

## 17.1 RENDIMIENTO y DIMENSIONES

Las células fotovoltaicas cristalinas proporcionan un voltaje en circuito abierto de 0,5 voltios aproximadamente, independientemente del tamaño que tengan. La corriente eléctrica que producen es de unos 0,25 amperios (250 miliamperios) por cada pulgada cuadrada de célula. Las células de un panel se conectan en serie hasta obtener el voltaje deseado, pero al igual que las baterías conectadas en serie, ese conexionado no aumenta su capacidad de generar corriente. Por ejemplo, un panel con 36 células de cinco pulgadas produciría unos 18 voltios capaces de producir una intensidad de corriente de 5 amperios, lo que significa una potencia de unos 90 vatios (la potencia es el resultado del voltaje por la intensidad de la corriente).



Figura 5. Panel solar 1.80cm x 60cm

## **17.2 FASES DEL DIA**

La potencia específica del panel sólo está disponible cuando el sol alcanza su máxima altura y la luz solar incide plenamente y sin ángulo sobre el panel, el resto del día el panel genera una cantidad inferior de corriente. Para aproximar el rendimiento de un panel instalado horizontalmente en nuestro techo o ventanas, no podemos esperar más que lo que equivale al máximo rendimiento durante cuatro horas; es decir, que un panel que especifica una salida de 5 amperios aportará aproximadamente 20 amperios / hora en un día soleado. Cuando elija un panel solar tenga en cuenta que necesitará al menos 14,4 voltios en el momento de máxima insolación, que como verá a continuación, es cuando alcanzará su máxima temperatura.

## **17.3 TEMPERATURA**

Las células solares pierden eficacia de voltaje cuando su temperatura aumenta. Por cada aumento de 6° C, el rendimiento disminuye aproximadamente un 3%. No es extraño que un panel solar alcance en verano temperaturas superiores a los 50° C, provocando una reducción del voltaje de un 15%.

## **17.4 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES**

### **ORIENTACIÓN**

En el techo, los paneles solares podrían orientarse siguiendo la posición del sol para conseguir el máximo rendimiento a todas horas del día. Al pasar las horas lógicamente la tierra rota sobre su eje, esto implica que el sol no esté en una sola posición, la mejor opción consiste en diseñar un circuito seguidor de luz, el cual mueva el panel.

### **UBICACIÓN**

Algunos paneles son demasiado sensibles a la presencia de sombras, incluso una estrecha sombra puede repercutir en una disminución del voltaje de salida. La solución siempre reside en ubicar las placas solares en los lugares donde tenemos garantizada una insolación sin sombras, especialmente en las horas centrales del día.

## **17.5 CALIBRE DEL CABLEADO**

En relación a la corriente de pico (corriente máxima instantánea) que puede proporcionar un panel solar, es conveniente sobredimensionar el cableado utilizado; puesto que con la dificultad de obtener una buena insolación sumada al coste de un panel solar no desearemos perder ni una milésima de corriente por culpa de un cable subdimensionado.

## 18 SEGUIDOR DE LUZ

### Funcionamiento.

Consta de 3 bloques muy fáciles de analizar: Censado, comparación y el giro de los motores DC.

Puede manejar cualquier tipo de motor DC con caja reductora de velocidad, cuyo voltaje de alimentación esté entre 2 y 6v DC, para orientar automáticamente a un panel solar hacia el punto de mayor incidencia del sol.

El sensado se realiza a través de la fotoselda, la cual debe ser de buena calidad y estar posicionada asía el cielo, con el objeto de que pueda buscar la luz solar.

Luego aplicamos la señal que arroja la fotoselda a un comparador de voltaje del popular LM311 y aplicamos la señal resultante para luego dirigirla a u transistor bipolar como lo es el tip122 el cual amplifica y divide la seña para hacer girar un motor en un solo sentido.

Si la resistencia se encuentra perpendicular al sol, los motores no harán ningún movimiento, en dado caso que el sol se mueva la resistencia enviara la señal para que un motor específico se gire y busque la luz.

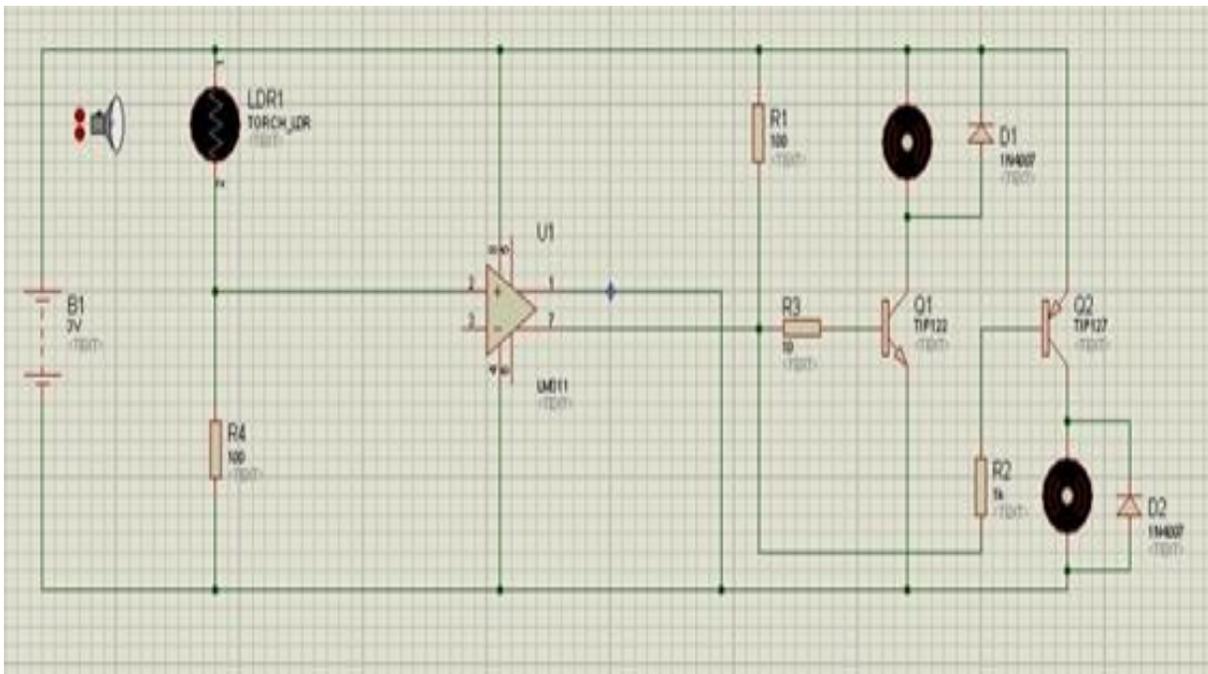
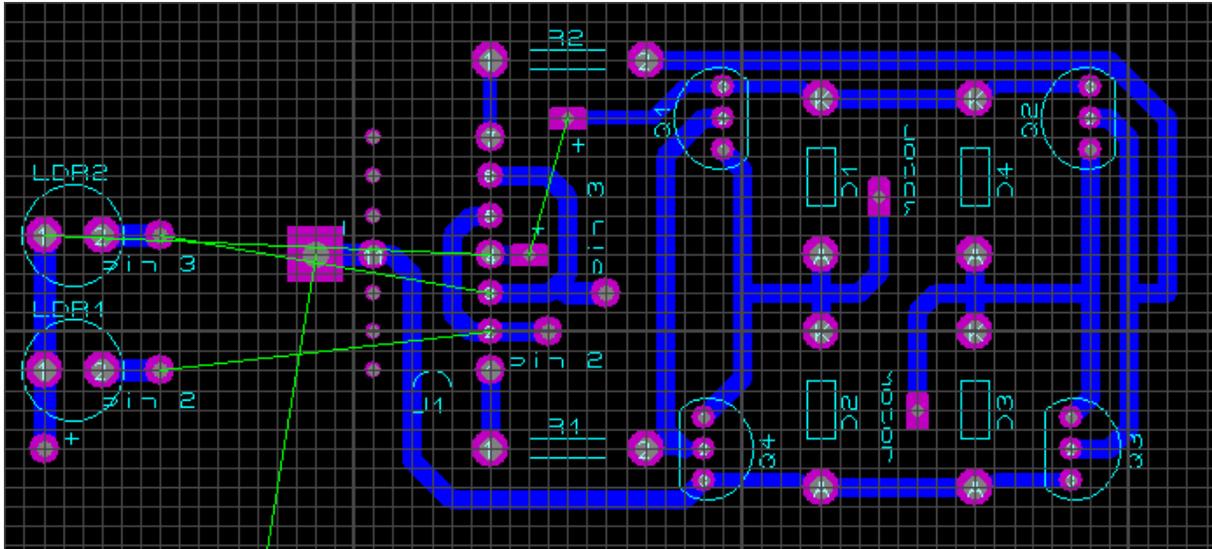


Figura 6. Circuito seguidor de luz



7. Diseño circuito seguidor de luz

## 18.1 COMPONENTES

### Fotorresistencia

Es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés *light-dependent resistor*. Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas. En la siguiente imagen se muestra su símbolo eléctrico.

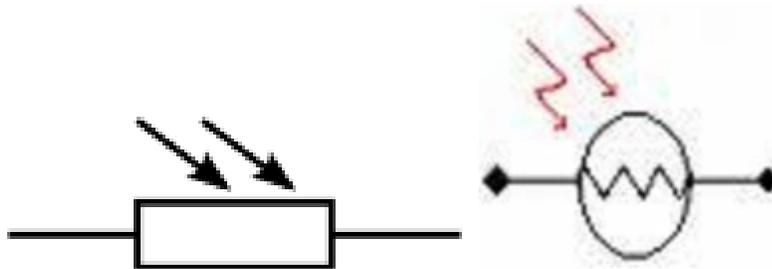


Figura 8. Fotorresistencia

El valor de resistencia eléctrica de un LDR (*light-dependent resistor*) es bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede descender hasta 50 ohms) y muy alto cuando está a oscuras (varios megaohmios)

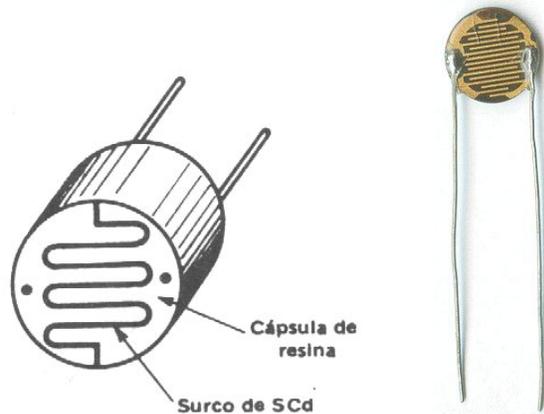


Figura 9. LDR

### Circuito integrado LM311.

Amplificador operacional con entradas diferenciales verdaderas. Está compuesto por un amplificador operacional de alta ganancia, diseñado para trabajar con fuente de alimentación simple.

Tiene ventajas sobre los amplificadores operacionales convencionales en aplicaciones de fuente sencilla de alimentación y puede trabajar con voltajes de alimentación desde 3V hasta 12V. Es de bajo consumo de energía (aproximadamente 1/5 del consumo de un LM741 convencional)

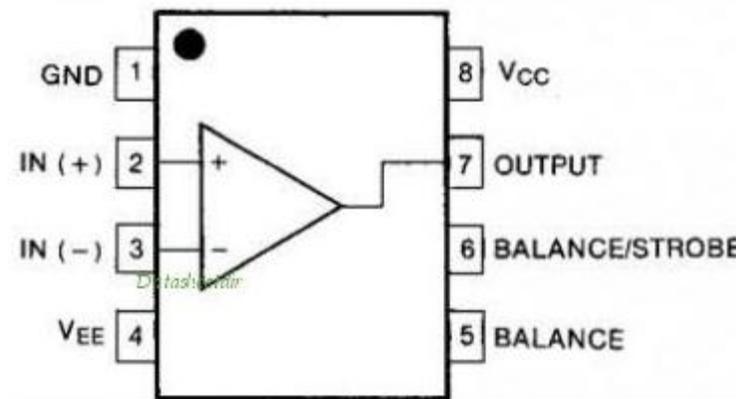


Figura 10. Integrado LM311

### Transistor 2n3906-2n3904

El **transistor** es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término «transistor» es la contracción en inglés de *transfer resistor* («resistencia de transferencia»).

Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario.

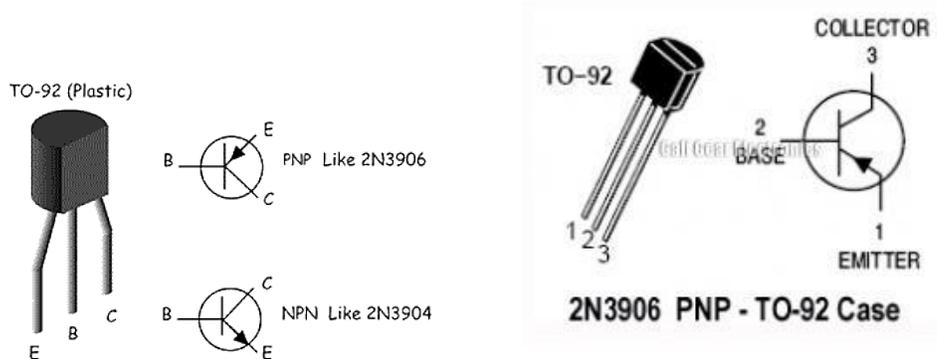


Figura 11. Transistor 2n3906 – 2n3904

## DIODO 1N4148

El diodo 1N4148 es un rápido, pequeño diodo de silicio estándar de señal con alta conductividad usado en el procesamiento de la señal. Su nombre sigue la nomenclatura JEDEC. El diodo 1N4148 está generalmente disponible en un paquete de vidrio Do-35 y es muy útil a altas frecuencias con un tiempo de recuperación inversa de no más de 4ns. Esta rectificación permisos y detección de señales de radiofrecuencia de manera muy eficaz, siempre y cuando su amplitud está por encima del umbral de conducción hacia adelante de silicio (en torno a 0.7V).

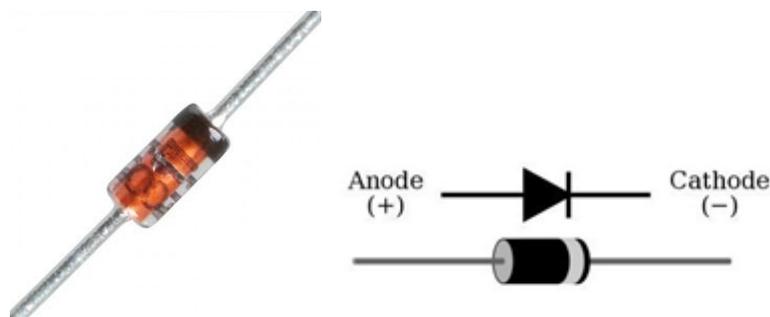


Figura 12. Diodo 1n4148

## MOTOR DC

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento

rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos.

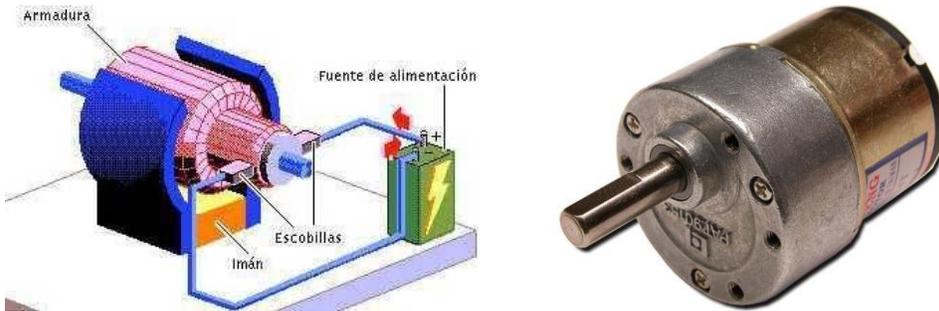


Figura 13. Motor DC

## 19 REGULADOR DE VOLTAJE

La función de este circuito es mantener el paso de corriente constante y regulado, que tiene como destino, cargar la batería que alimentara las redes eléctricas del hogar.

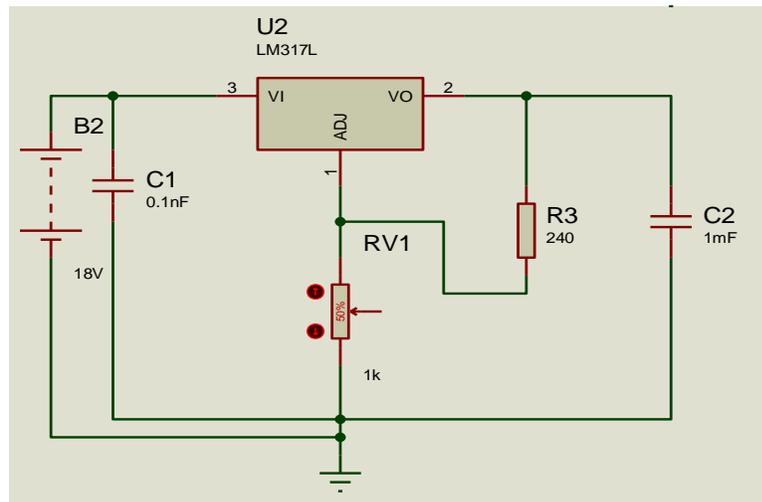


Figura 14. Circuito regulador de voltaje

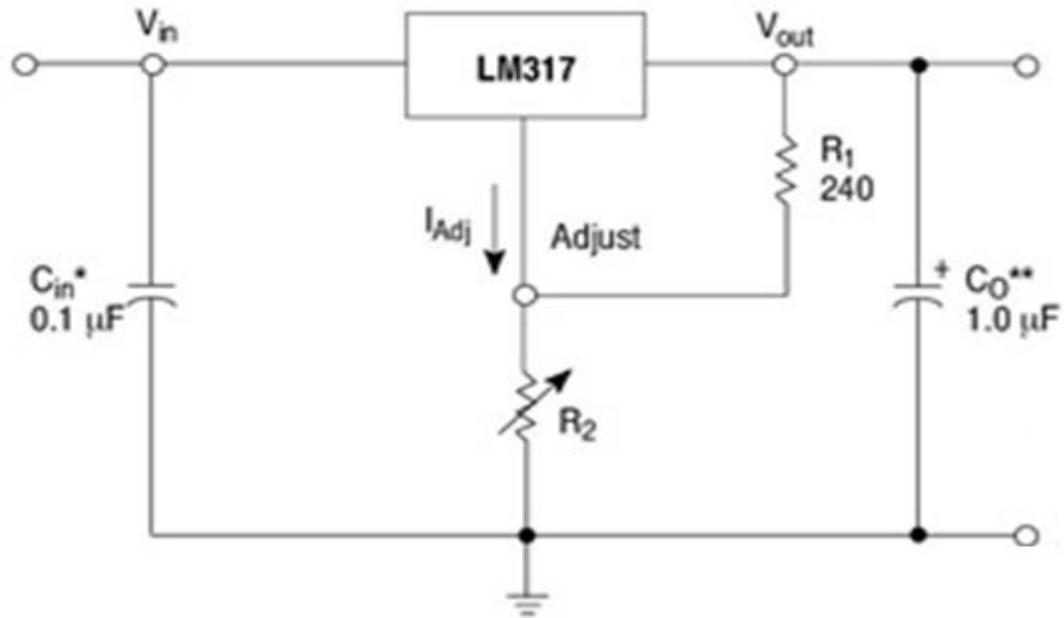


Figura 15. Valores regulador de voltaje

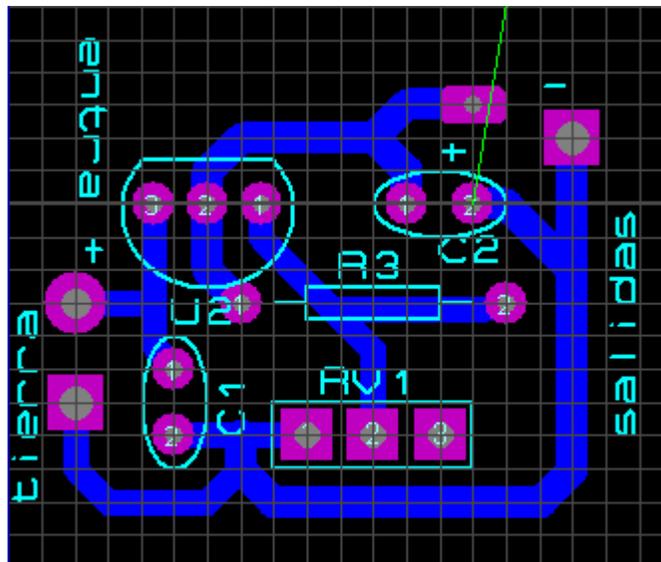


Figura 16. Diseño regulador de voltaje

## FUNCIONAMIENTO

La corriente entra por  $V_{in}$ , llegando al regulador de tensión **LM317**, un potenciómetro de precisión posteriormente colocado el cual variara la tención de salida y por consiguiente el voltaje. Este circuito puede regular desde los 1,2v hasta los 40v siendo de gran utilidad.

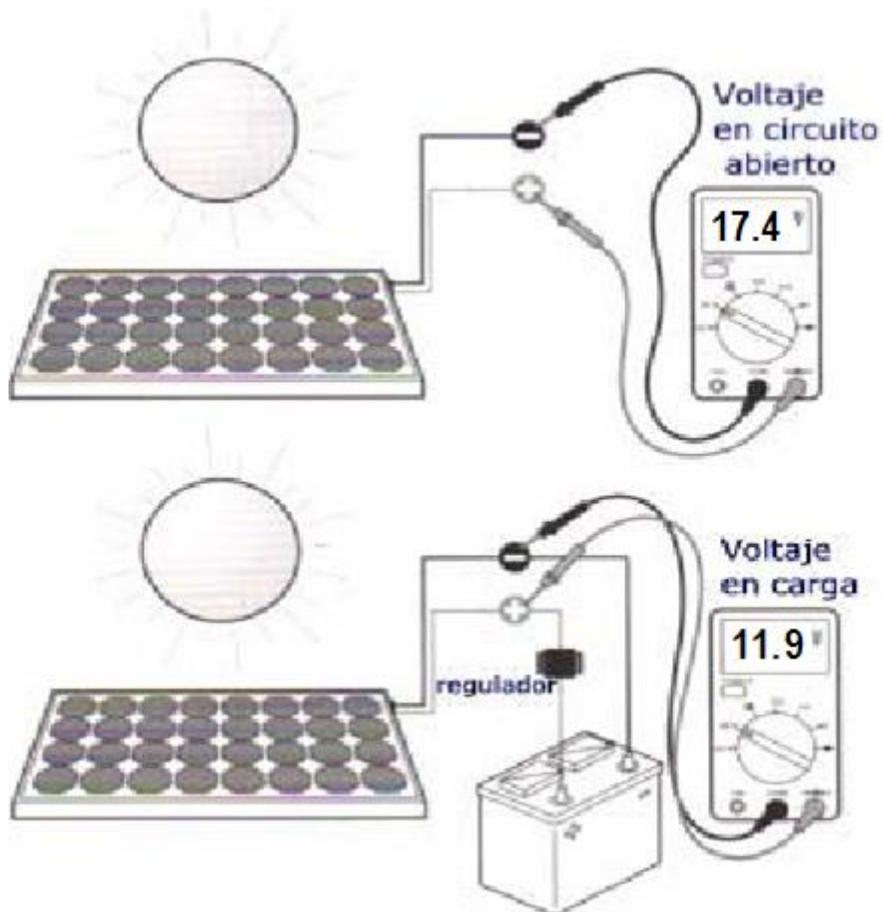


Figura 17. Medición regulador de voltaje

## 19.1 COMPONENTES

### LM317

El **LM317** es un regulador de tensión ajustable de tres terminales, capaz de suministrar en condiciones normales  $1.5 \text{ A}$ , en un rango de entre 1,2 hasta 37 Voltios. Es uno de los primeros reguladores ajustables de la historia.

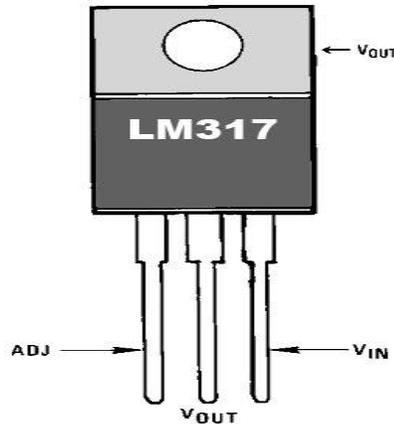


Figura 18. Regulador LM317

### Capacitores condensadores.

El capacitor básico es un componente electrónico construido con dos placas paralelas conductoras separadas por un material aislante o dieléctrico. Los terminales se conectan a las placas. La construcción básica del capacitor en la figura.

**Capacitor de placas paralelas; Polarización del capacitor.** Cuando el capacitor se conecta a una fuente de voltaje a través de un resistor, las placas se polarizan. Este proceso ocurre ya que al conectarse la fuente de voltaje se remueve un número de electrones de la placa A y un número igual se deposita en la placa B. Al perder electrones, la placa A se hace positiva y al ganar electrones la placa B se hace negativa. Durante este proceso de carga, los electrones fluyen sólo a través de los terminales y la fuente. No hay flujo de electrones a través del dieléctrico ya que es un aislante. El movimiento de electrones se detiene cuando el voltaje a través del capacitor es igual al voltaje a través de la fuente. Si la fuente se desconecta del capacitor, éste permanece cargado por cierto período de tiempo (dependiendo de las propiedades del capacitor) y puede considerarse como una batería temporera.

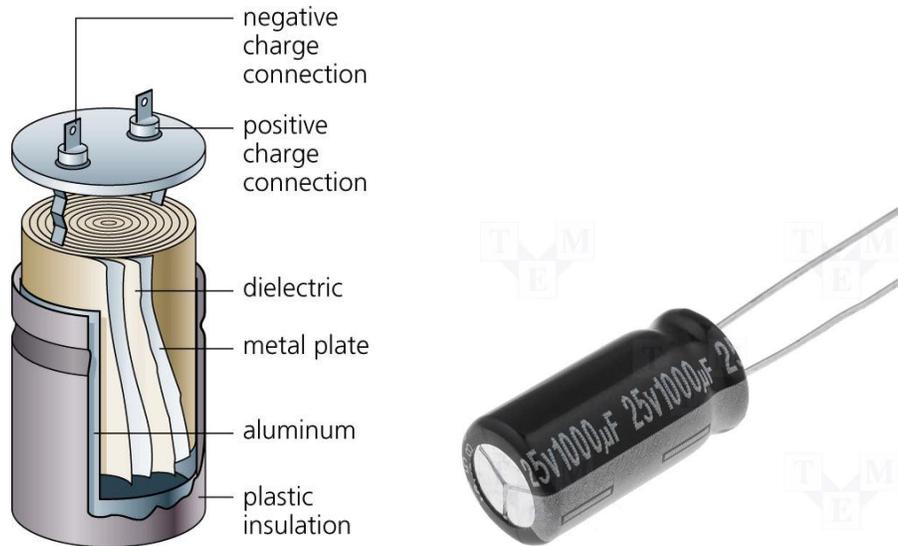


Figura 19. Condensadores

### Potenciómetros de precisión

Un potenciómetro es un componente electrónico similar a los resistores pero cuyo valor de resistencia en vez de ser fijo es variable, permitiendo controlar la intensidad de corriente a lo largo de un circuito conectándolo en paralelo ó la caída de tensión al conectarlo en serie. Un potenciómetro es un elemento muy similar a un **reóstato**, la diferencia es que este último disipa más potencia y es utilizado para circuitos de mayor corriente, debido a esta característica, por lo general los potenciómetros son generalmente usados para variar el voltaje en un circuito colocados en paralelo, mientras que los **reóstatos** se utilizan en serie para variar la corriente.

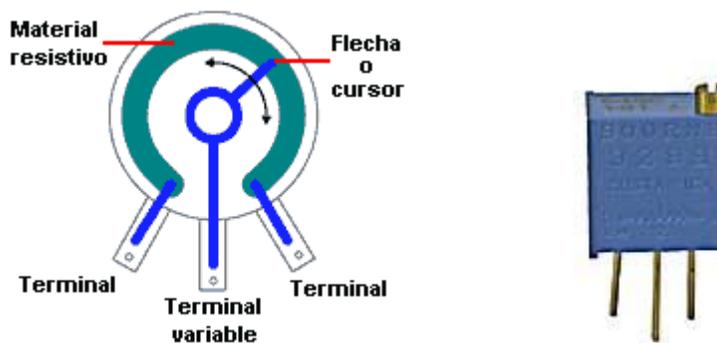


Figura 20. Potenciómetros de precisión

## 20 ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

La generación fotovoltaica se realiza durante las horas de sol, y se almacena en acumuladores o baterías para fácilmente desde aquí se suministre la energía a las necesidades demandadas principalmente en las noches.

### **Baterías Recargables**

Existen actualmente numerosos sistemas capaces de convertir energía química en energía eléctrica y por tanto en trabajo útil. Estos sistemas son denominados células electroquímicas, mientras que un conjunto de estas células es normalmente conocido como batería. Si el proceso que ocurre en estas células puede ser invertido eléctricamente sin que se produzca una degradación inmediata del sistema el conjunto de las células recibe, normalmente el nombre de batería recargable o secundaria para distinguirlas de las no recargables o primarias. Entre las primeras las más conocidas son las llamadas de «ácido-plomo» y las de «níquel-cadmio» (Ni-Cd). No cabe duda del papel que dichos sistemas de baterías han desempeñado en el desarrollo de la industria y tecnología actual.

### **Batería Recargable de Litio**

La construcción de baterías recargables de litio se basa en el almacenamiento en forma electroquímica de la energía libre de un tipo de reacción, conocida desde hace bastante tiempo, sobre la cual existe actualmente una abundante documentación (véanse por ejemplo las referencias [4-9]), y que se denomina de inserción. De una forma general puede decirse que es una reacción en estado sólido en la cual una especie, denominada huésped (M), reacciona, ocupando sitios vacantes (D) en la estructura de otra especie denominada anfitrión (A), conservando ésta finalmente ciertas características de su estructura original por lo que puede decirse que una reacción de inserción es un tipo de reacción topotáctica:

**Batería de 12v, 5 amperios.**

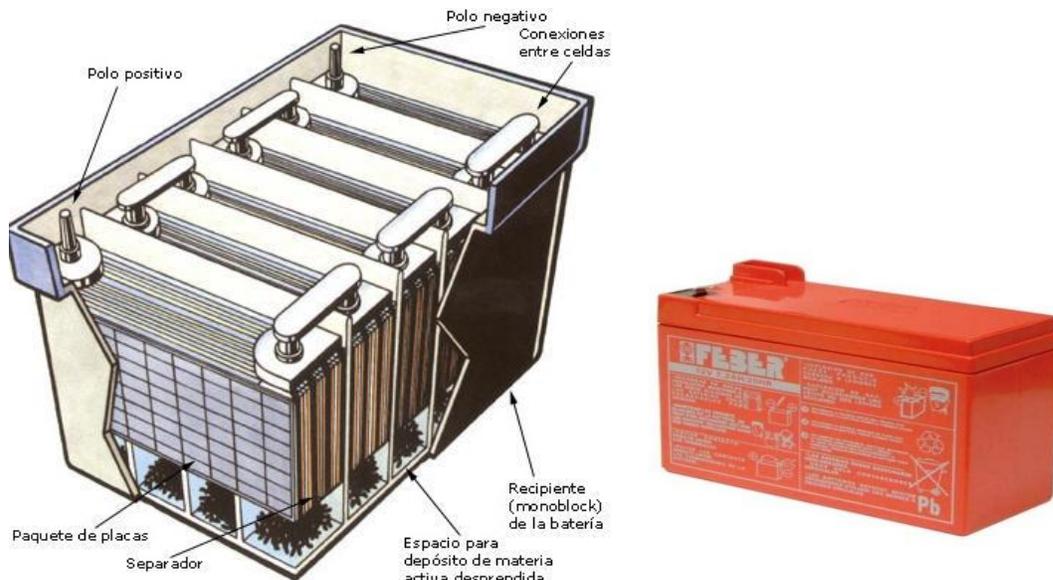


Figura 21. Batería recargable

## 21 CONVERTIDOR INVERSOR DC-AC

Un inversor es un circuito utilizado para convertir la corriente directa (D.C) a corriente alterna (A.C), generalmente utilizando una batería que nos proporcione 12V D.C. La idea principal es generar 120V de A.C Como la energía eléctrica que llega a nuestro hogar. Un ejemplo de este circuito es un UPS (Uninterruptible Power Supply) o en español Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

Este inversor nos transformara la energía eléctrica (**corriente continua**) producida por los paneles en **corriente alterna** para así utilizarla en la red eléctrica que implementaremos para alimentar los hogares. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.

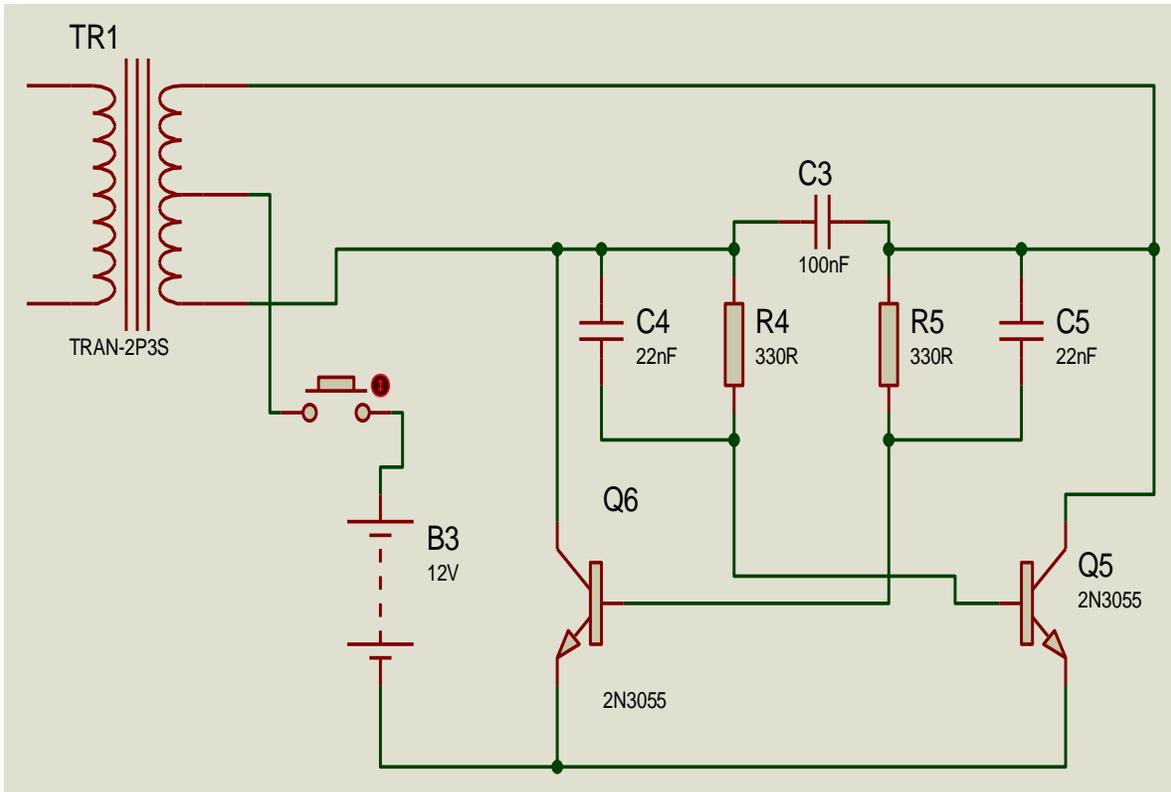


Figura 22. Conversor inverso DC-AC

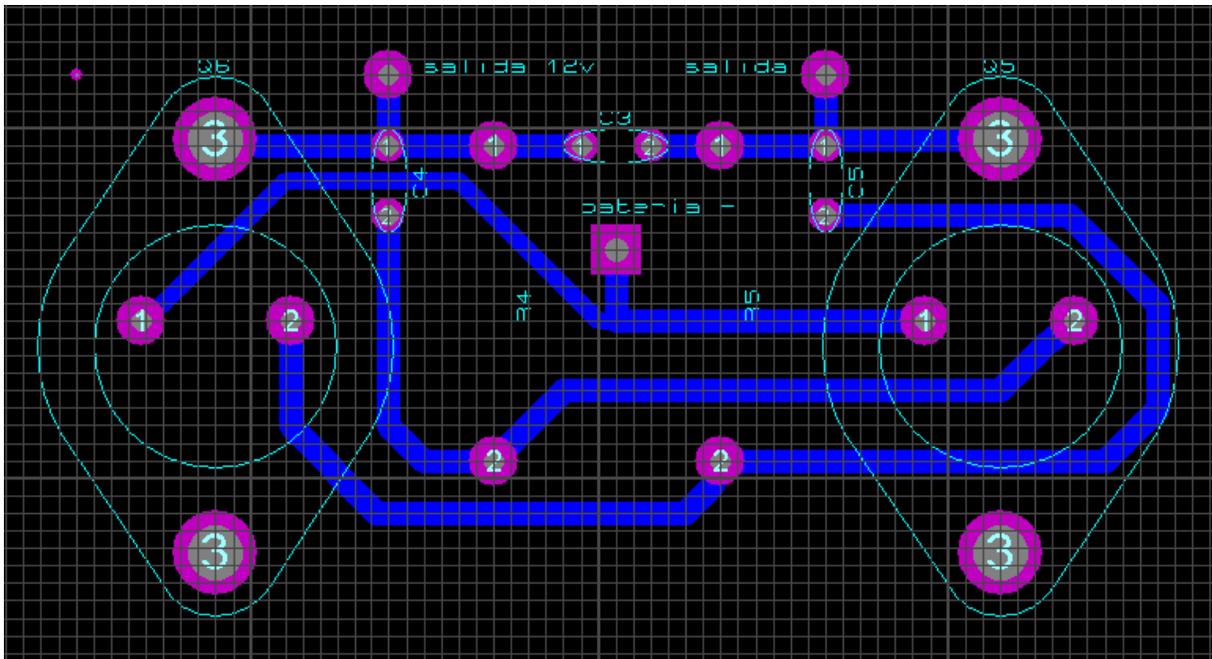


Figura 23. Diseño Conversor inversor DC-AC

## FUNCIONAMIENTO

Al aplicar la tensión de alimentación ( $V_{cc}$ ), los dos transistores iniciaran la conducción, ya que sus bases reciben un potencial positivo a través de las resistencias R1 y R2, pero como los transistores no serán exactamente idénticos, por el propio proceso de fabricación y el grado de impurezas del material semiconductor, uno conducirá antes o más rápido que el otro.

Supongamos que es Q2 el que conduce primero. En estas condiciones el voltaje en su colector estará próximo a 0 voltios, por lo que el C1 comenzará a cargarse a través de R1. Cuando el voltaje en C1 alcance los 0,6 V, Q1 comenzará a conducir, pasando la salida a nivel bajo (tensión próxima a 0V). C-2, que se había cargado, se descargará ahora provocando el bloqueo de Q2.

C2 comienza a cargarse vía R2 y al alcanzar la tensión de 0,6 V provocará nuevamente la conducción de Q2, la descarga de C1, el bloqueo de Q1 y el pase a nivel alto (tensión próxima a  $V_{cc}$  (+) de la salida Y). A partir de aquí la secuencia se repite indefinidamente, dependiendo los tiempos de conducción y bloqueo de cada transistor de las relaciones R1/C1 y R2/C2. Estos tiempos no son necesariamente iguales, por lo que pueden obtenerse distintos ciclos de trabajo actuando sobre los valores de dichos componentes.

### 21.1 COMPONENTES

#### TRANSFORMADOR

Se denomina **transformador** a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.

El **transformador** es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética. Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre sí eléctricamente y por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

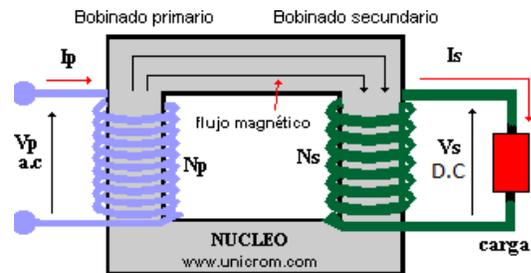


Figura 24. Transformador 12v- 110v

### Transistor 2N3055

El **2N3055** es un transistor NPN de potencia diseñado para aplicaciones de propósito general. Fue introducido en la década de 1960 por la firma estadounidense RCA usando el proceso homotaxial para transistores de potencia, que luego paso a una base epitaxial en la década de 1970. Es un transistor de potencia muy utilizado en una gran variedad de aplicaciones.

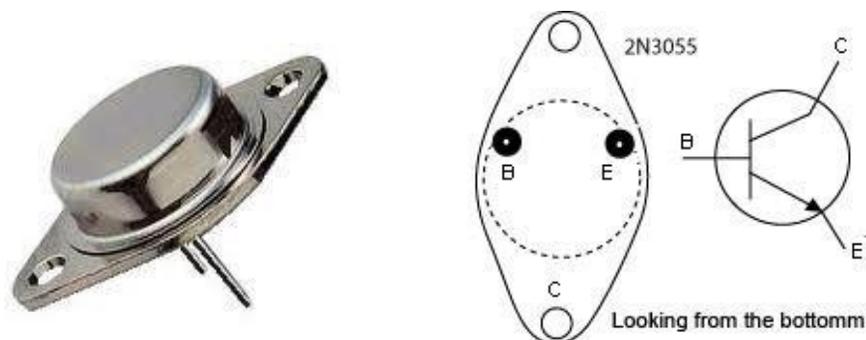


Figura 25. Transistor 2n3055

### Resistencia de potencia

La **resistencia eléctrica** de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente. Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual a la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio ( $\Omega$ ). Para su medición en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro.

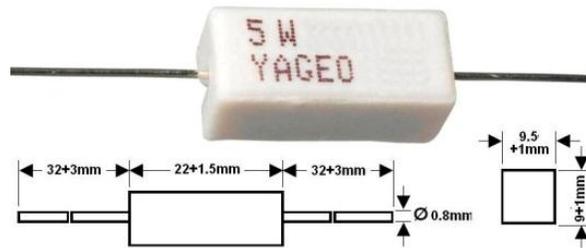


Figura 26. Resistencia de potencia

## Capacitor de 100nf 400v

### Condensador de potencia

El capacitor básico es un componente electrónico construido con dos placas paralelas conductoras separadas por un material aislante o dieléctrico. Los terminales se conectan a las placas. Estos condensadores son diseñados para altas cantidades de voltaje.



Figura 27. Condensador de potencia

## 22 FUSIBLE

Cualquier cable conectado directamente al positivo de una batería o circuito que se pueda recalentar debe incorporar un fusible lo más cercano a esta que sea posible. En otro caso un cortocircuito en el cable representa un peligro serio de incendio.

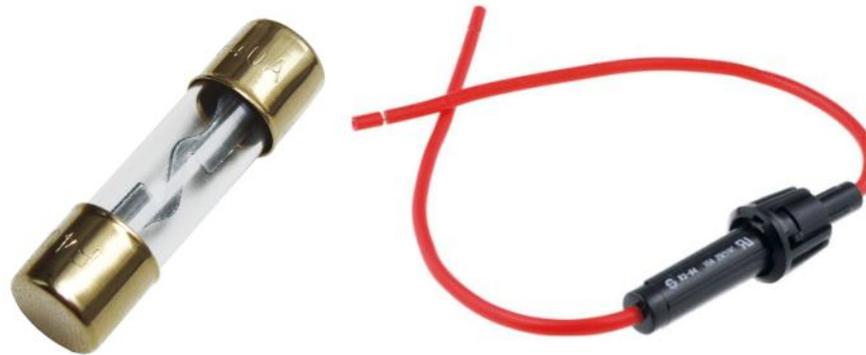


Figura 28. Fusible

## 23 DIODOS

Un diodo instalado en la salida + del panel permite la circulación de corriente hacia las baterías, y previene que durante la noche haya un flujo de corriente en sentido inverso que podría dañar el panel. Un diodo a la salida de cada panel en instalaciones combinadas proporciona un aislamiento eléctrico entre ellos.

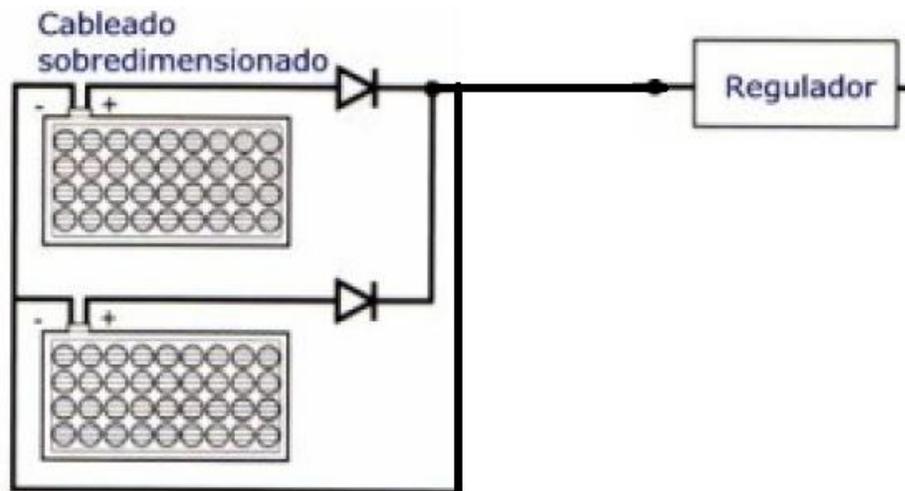


Figura 29. Diodo de seguridad

## 24 IMPLEMENTACION PLANTA DE GENERACION FOTOVOLTAICA

La energía solar es muy útil en las zonas remotas que no cuentan con un fácil acceso y por esto las redes eléctricas y empresas de energía no han podido hacer presencia, no por esto se quiere decir que la energía solar no es conveniente en las ciudades, al contrario, en las grandes urbes su implementación es fundamental y muy conveniente para el planeta.

Este tipo de energía que bajaría costos monetarios a largo plazo en los hogares, conjuntos residenciales, empresas, etc.

La implementación de la planta se hizo en una vivienda normal, ubicando el panel en lo más alto de la misma, dejando en la intemperie todas las 12 horas de sol que tiene el día. En la noche, se conectan diferentes tipos de electrodomésticos y bombillos, viendo así el normal funcionamiento de las baterías y el convertidor de voltaje. Por sus componentes, bajo tamaño y pocas baterías de recolección, no es mucha la corriente almacenada, al incrementar los paneles y las baterías se podrían consumir electricidad continuamente.

## **25 ANALISIS DE RESULTADOS**

El uso de fuentes de energía alternativas, son medidas que permiten aliviar el uso de energías convencionales logrando con esto alcanzar una cierta independencia, consiguiendo además disminuir los niveles de contaminación al no utilizar en parte combustibles fósiles.

En cuanto al diseño, construcción e implementación el resultado fue satisfactorio ya que se cumplió con el objetivo propuesto, se pudo implementar la planta fotovoltaica en un cableado con bombillos similar al de una vivienda, demostrando así su funcionalidad, confiabilidad y fácil manejo. Esta planta solar, siendo modelo mucho más pequeño que las ya existentes, nos da una visión así el futuro para su fabricación e implementación en masa, teniendo en cuenta costos de fabricación, costos de paneles y baterías.

Al realizar la implementación de la planta podemos concluir que los circuitos son confiables y cumplen la función esperada, el panel solar funciona perfectamente en el clima Bogotá, la batería recolecta suficiente energía para 8 horas, aclarando que, a mas cantidad de paneles y baterías, mayor será la recolección de energía.

## **26 ASPECTOS ECONOMICOS**

La implementación del proyecto en su fase teórica fue económica ya que la información que se necesita para su elaboración es de fácil acceso, se puede encontrar en libros, PDF, páginas de internet y proyectos ya existentes.

El proyecto en su fase de implementación no tuvo gastos inesperados, por tanto que en la información recolectada ya se había hecho un presupuesto, al crear la planta de generación fotovoltaica los circuitos y sus dispositivos son económicos (seguidor de luz, regulador de voltaje) por otra parte el convertidor inversor DC-AC es un poco más costoso ya que todas sus piezas son de electrónica de potencia quiere decir esto, que son más resistentes a voltajes altos.

El convertidor posee un transformador de voltaje el cual en el mercado varia entre \$23.000 y \$30.000, siendo este uno de los más pequeños en su clase, los otros materiales por ser de potencia son más costosos de lo común, su fabricación tuvo un valor de \$15.000. Por otra parte los paneles solares siendo muy delicados en su

fabricación e implementación, son bastante costosos por unidad, su valor varía según su tamaño, voltios, watios y amperios que el produzca, el panel que utilizaremos de tamaño mediano pequeño como recolector de rayos solares que la trasforma en energía tiene un costo en el mercado de \$40.000. El circuito seguidor de luz no tiene raros o costosos implementos, este circuito tuvo un costo de \$25.000. Por otro lado tenemos un circuito regulador de voltaje que su capacidad es de regular 1.2v a 40v, este diseño no tiene implemento inusuales por tanto no es costosa su fabricación, la cual oscila entre \$10.000 y \$15.000.

Para la recolección de energía que suministrarán los paneles solares, se manejarán baterías de 12v 5Wh recargables, su valor es de \$25.000 la unidad utilizando para este proyecto una. El cable que suministrara la energía tiene un precio de \$1.000 metro, utilizando en el cableado del proyecto 5 metros.

Aclarando que la implementación de este proyecto sale costoso unitariamente, es lógico que una producción en masa, los gastos se reducirían en un 50%.

## 27 CONCLUSIONES

- Si bien es cierto, en nuestro país el ahorro de dinero es una preocupación constante para las personas, también es cierto que los consumidores de energía eléctrica no buscan soluciones que disminuyan costos que genera la electricidad suministrada por la empresa de energía, ya sea por desconocimiento de nuevas tecnologías, por desconfianza a su funcionamiento o simplemente por falta de dinero. Por estas razones fue una prioridad nuestra dar a conocer una alternativa confiable, segura, económica y muy útil en la generación de electricidad.
- Colombia como un país cercano al hemisferio ecuatorial tiene una vista casi perpendicular así el sol, por esta razón en las regiones como la costa Caribe que cuenta con altos niveles de radiación solar durante casi todo el año, los rayos solares llegan a plenitud y pueden ser mas aprovechados por los paneles solares. Por otra parte en las regiones cafeteras, por sus altas montañas y clima nublado la mayor parte del año sería más complicado la generación de electricidad solar. Examinando la capital colombiana (Bogotá) podemos concluir que tiene un clima cambiante y casi perfecto, ya que en temporada de verano la radiación solar llega a puntos muy altos es ideal para los paneles, en contraste, en su época de invierno tiene muy pocos días de sol en pleno, pero no siempre esta nublado siendo así un buen territorio para la implementación de una planta generadora.
- Bajar los índices de contaminación y en el caso específico de calentamiento global, la generación de energía eléctrica renovable es una prioridad para la conservación de la vida del planeta y las especies que en el habitan, por tanto este no es solo un proyecto de electrónica, también es un aporte para la conservación de nuestro medio ambiente.
- En la actualidad el ser humano es mas consciente y temeroso de sus acciones por esto la creación e implementación de tecnologías cada vez más avanzadas y económicas para la utilizarlas en diferentes tipos de viviendas tanto de ciudades como en las zonas rurales a bajos costos fue una de las principales motivaciones para la creación de este proyecto, y así sea adquirido ya sea por personas adineradas o por personas de bajos recursos, para aumentar la calidad de vida y disminuir los gastos en el hogar.

## 28 BIBLIOGRAFIA

### **Libros electrónica**

Electrónica y dispositivos electrónicos. A L Albert. edit. reverte SA.  
Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones. MUHAMMAD H. RASHID. edit.

Diseño de circuitos y sistemas integrados. ANTONIO RUBIO, JOSE LUIS GONZALEZ. edit. MAC GRAW HILL  
Electrónica 2 edición ALLAN R. HAMBLEI. edit. PEARSON

### **Energía solar**

Energía solar fotovoltaica, manual del instalador. edit. junta de castilla y león  
Energía solar fotovoltaica. Nuevas energías. Miguel parejo Aparicio. Edit. marcombo  
Guía completa de la energía solar fotovoltaica. José Fernández salgado. Edit. AMY EDICIONES

### **Medio ambiente**

Medio ambiente. Edit. PARAMON  
Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Edit. TU LIBRERIA 2008  
Medio ambiente. Walter Pardabe. Edit. SICEDITORIAL

## 29 INFOGRAFIA

<http://www.economiadelaenergia.com/energia-solar/>  
<http://www.economiadelaenergia.com/energia-solar/>  
<http://energiasolardecolombia.com/>  
[http://altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27&Itemid=15](http://altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=15)  
<http://www.elergonomista.com/saludpublica/clima.htm>  
[http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/pollution\\_climate\\_change.html&lang=sp](http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/pollution_climate_change.html&lang=sp)  
[http://www.energia-solarfotovoltaica.info/1\\_Nuevas\\_Tecnologias\\_Solares/index.html](http://www.energia-solarfotovoltaica.info/1_Nuevas_Tecnologias_Solares/index.html)  
<http://www.sapa-solar.com/spain/fotovoltaica/index.html>  
<http://www.panelessolares.com.ar/>

### PDF

DESARROLLO DE LA ENERGIA SOLAR EN COLOMBIA Y SUS PERSPECTIVAS.

Humberto Rodríguez Murcia, revista de ingeniería. PDF.

ENERGIA SOLAR\_ITESO. Instituto tecnológico y de estudios superiores de occidente. Juan Hermosillo. 1995 PDF

BATERIAS. PDF.

PANELES SOLARES.ENERGIA SOLAR EN VELEROS.PLACAS SOLARES EN BARCOS. www.marviva. PDF.

BATERIAS RECARGABLES DE LITIO. F. García Alvarado. Vol. 35. PDF.

GUIA DE LA ENERGIA SOLAR. Dirección general de industrias, energía y minas. Comunidad de Madrid 2006. PDF.

PROYECTO SIMEC CHILE. PDF.

ENERGIA SOLAR: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS. Ariel Becerra. Universidad de pamplona.PDF

1er MINI-CURSO-LECCION 1. “como construir tu propio panel solar”. Eliseosebastian.com. PDF.

1er MINI-CURSO-LECCION 2. “como construir tu propio panel solar”. Eliseosebastian.com. PDF.

1er MINI-CURSO-LECCION 3. “como construir tu propio panel solar”. Eliseosebastian.com. PDF.

1er MINI-CURSO-LECCION 4. “como construir tu propio panel solar”. Eliseosebastian.com. PDF.

