

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**



**NIVEL LICENCIATURA**  
**EXAMEN DE GRADO**  
**TRABAJO DE APLICACION**

***“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN CARGADOR APROVECHANDO LA  
ENERGIA SOLAR, PARA EQUIPOS DE TELEFONIA MOVIL CON CONEXIÓN  
VIA PUERTO USB PARA EL AREA RURAL”***

**POSTULANTE: VANIA ALEJANDRA YUGRA HUANCA**

**La Paz- Bolivia**

**2014**

## AGRADECIMIENTOS

Mi respeto y agradecimiento a todos los docentes de la facultad por la enseñanza brindada que sirvió de base para la elaboración de este proyecto. Agradezco a mis padres por su paciencia y comprensión y agradezco sobre todo a mi hermana por su apoyo para alcanzar todas las metas que me he propuesto.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera que escogí, a mi hermana por brindarme siempre su apoyo incondicional incentivándome a superarme cada día, este trabajo no sería posible sin su ayuda y apoyo, a mis amigos que siempre creyeron en mí gracias por sus palabras de aliento cuando pensé que no podría lograrlo a pesar de que tomamos rumbos distintos, estudiamos carreras diferentes, pero siempre conservamos nuestra amistad.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	1
CAPITULO I.	
GENERALIDADES.....	2
1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1.-IDENTIFICACION DE PROBLEMA.....	2
1.1.2.-FORMULACION DE PROBLEMA.....	2
1.2.- JUSTIFICACION.....	2
1.2.1.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	2
1.2.2.-JUSTIFICACION ECOMOMICA.....	2
1.2.3.- JUSTIFICACION SOCIO/AMBIENTAL.....	3
1.3.- OBJETIVOS.....	3
1.3.1.-OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPITULO II	
FUNDAMENTACION TEORICA.....	4
2.1.-CONCEPTOS GENERALES.....	4
2.2.-LUZ SOLAR.....	5
2.3.-CELDA SOLARES.....	6
2.3.1.-DEFINICIÓN.....	6
2.3.2.- ¿CÓMO SE HACEN LAS CELDAS SOLARES?.....	6
2.3.3.-FUNCIONAMIENTO.....	8
2.4.-TIPOS DE CELDAS SOLARES.....	9
2.4.1.-CELDA SOLARES AMORFAS.....	9

2.4.2.-CELDA SOLARES CRISTALINAS.....	9
2.5.-CONTROL DE CARGA.....	10
2.6.-COMPOSICIÓN TECNOLÓGICA DEL TELÉFONO CELULAR.....	11
2.7.-BATERÍAS.....	12
2.7.1.-BATERÍA DE PLOMO ÁCIDO.....	12
2.7.2.-BATERÍA DE NIQUEL-CADMIO.....	13
2.7.2.1.-APLICACIONES BATERÍA NÍQUEL-CADMIO.....	14
2.7.3.-BATERÍA DE NIQUEL-HIDRURO METÁLICO.....	14
2.7.3.1.-APLICACIONES BATERÍA NI-MH.....	14
2.7.4.-BATERÍA DE ION-LITIO.....	14
2.7.4.1.-APLICACIONES BATERÍA ION-LITIO.....	15
2.7.5.-BATERÍA DE POLÍMERO-LITIO.....	15
2.7.5.1.-APLICACIONES BATERÍA POLÍMERO-LITIO.....	16
2.8.-MICROCONTROLADORES.....	17
2.8.1.-MICROCONTROLADOR PIC16F88.....	17
2.8.1.1.-CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F88.....	17
2.8.1.2.-USOS.....	18
2.9.-LCD.....	19
CAPITULO III	
DESARROLLO DEL TRABAJO.....	20
3.1.-DELIMITACION.....	20
3.1.1.-DELIMITACION TEMATICA.....	20
3.1.2.-DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	20
3.2.-MARCO PRÁCTICO.....	20
3.2.1.-POBLACIÓN QUE SE BENEFICIARIA CON EL PRESENTE PROYECTO.....	20
3.2.2.-DISPONIBILIDAD DE ENERGIA SOLAR EN EL PAIS.....	21
3.2.3.-CARACTERISTICAS Y DISEÑO DEL SISTEMA.....	21
3.3.-CÁLCULOS DE DISEÑO.....	22
3.4.-DIAGRAMA DE BLOQUES DEL FUNCIONAMIENTO DEL CARGADOR.....	23

3.4.1.-BLOQUE BASICO DE CARGA.....	24
3.4.2.-BLOQUE DE VISUALIZACIÓN.....	25
3.4.2.1.-DISEÑO DE SOFTWARE.....	26
3.4.2.2.-CÓDIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR.....	27
3.4.3.-BLOQUE DE SALIDA .....	27
3.5.-COSTOS FIJOS Y VARIABLES.....	28
CAPITULO IV	
RESULTADOS OBTENIDOS.....	29
4.1.-RESULTADOS.....	29
CAPITULO V	
EVALUACION DEL PROYECTO.....	31
5.1.- EVALUACION TECNICA.....	31
5.2.- EVALUACION SOCIAL.....	31
5.3.- EVALUACION FINANCIERA.....	32
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
6.1.-CONCLUSIONES.....	33
6.2.-APORTE ACADEMICO.....	34
6.3.-RECOMENDACIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	36

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-ESPECTRO LUMINOSO DE LA LUZ SOLAR.....	4
FIGURA 2-CÉLULA FOTOVOLTAICA CON CARGA ELÉCTRICA.....	5
FIGURA 3.-EFECTO FOTOVOLTAICO EN UNA CÉLULA SOLAR.....	8
FIGURA 4.-DIFERENTES TIPOS DE CELDAS SOLARES.....	9
FIGURA 5.-CONTROL DE CARGA EN PARALELO.....	11
FIGURA 6- CONTROL DE CARGA EN SERIE.....	11
FIGURA 7.-BATERÍA CARGADA.....	13
FIGURA 8.-BATERÍA DESCARGADA.....	13
FIGURA 9.-BATERÍA DE NÍQUEL CADMIO.....	13
FIGURA 10.-BATERÍA DE NI-MH.....	14
FIGURA 11.-BATERÍAS DE ION-LITIO.....	15
FIGURA 12.-BATERÍA DE POLÍMERO-LITIO.....	16
FIGURA 13.-EQUIPOS QUE FUNCIONAN CON BATERÍA DE POLÍMERO-LITIO.....	16
FIGURA 14.-PANTALLA LCD DE 2 LÍNEAS Y 16 CARACTERES.....	19
FIGURA 15.-DIAGRAMA DE BLOQUES DEL FUNCIONAMIENTO EN GENERAL DEL PROYECTO.....	24
FIGURA 16.-CIRCUITO DE ALMACENAMIENTO.....	24
FIGURA 17.-CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA ETAPA DE VISUALIZACIÓN...	26
FIGURA 18.-CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA ETAPA DE VISUALIZACIÓN EJECUTADO EN EL SOFTWARE PROTEUS 7.1.....	27
FIGURA 19.PUERTO USB.....	28
FIGURA 20. CIRCUITO REAL.....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.- COMPARACIÓN ENTRE LAS BATERÍAS.....	17
TABLA 2. TABLA DE REQUERIMIENTOS DE CONSUMO DE TELÉFONOS CELULARES CON PUERTO USB.....	23
TABLA 3. TABLA DE COSTOS.....	28
TABLA 4. TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	29



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I:MAPA DE POBLACION SIN ELECTRICIDAD EN BOLIVIA.....	38
ANEXO II:MAPA DE RADIACION SOLAR MEDIA ANUAL PARA BOLIVIA (KWH/M <sup>2</sup> * DIA).....	39
ANEXOIII: MAPA DE LOCALIDADES CON COBERTURA 2G Y 4G.....	40
ANEXO IV: CÓDIGO FUENTE.....	41
ANEXO V: FOTOGRAFÍAS DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA EL ENSAMBLAJE DEL CIRCUITO FISICO.....	45

## RESUMEN

El desarrollo económico es necesario e indiscutible para cualquier país y es de extrema urgencia para que países como el nuestro puedan competir con los países altamente desarrollados cuente con servicios básicos de telecomunicaciones en áreas urbanas como rurales. Sin embargo a pesar que se estima que aproximadamente existe un 70 por ciento de cobertura poblacional a nivel nacional que ofrece servicio de telefonía móvil e internet en gran parte de estas áreas se debe recurrir a energías alternativas o grupos electrógenos para hacer funcionar la red esto quiere decir que estas poblaciones no cuentan con una fuente de energía eléctrica convencional y en su mayoría hacen uso de energías alternativas o no tienen acceso a la energía pero si a servicios de comunicación.

En la actualidad el uso de tecnologías es indispensable para el desarrollo y comunicación con el resto del mundo equipos de telefonía móvil nos ofrecen una gran variedad de servicios como el poder realizar llamadas a nivel nacional e internacional, envío de mensajes, acceso a internet y por supuesto la inclusión de recientes aplicaciones como acceso a redes sociales que nos ofrecen varios beneficios pero para eso es necesario contar con una fuente de energía para energizar el equipo móvil. Esta situación, motivó el desarrollo del presente proyecto, con el que se plantea proporcionar una alternativa de fuente de energía basada la energía solar para recargar baterías de celulares y Smartphone de todos tamaños y otros dispositivos que puedan alimentarse a partir de una terminal USB

El proyecto se presenta como una solución desarrollada para situaciones como las que viven comunidades rurales.

Además este proyecto constara de una pantalla LCD el cual mostrara algunos datos como el porcentaje de carga, el voltaje que ingresa al equipo y la temperatura que se está registrando en ese momento a través de la programación de un PIC.

Finalmente se pretende demostrar la efectividad del cargador solar resaltando sus ventajas a través de una evaluación del sistema propuesto.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

---

### 1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1.- IDENTIFICACION DE PROBLEMA

El mantenerse comunicado se ha convertido en los últimos años en una necesidad primordial para el desarrollo de una comunidad, por lo cual dispositivos como los teléfonos celulares se han incorporado como herramientas primordiales pero para eso es necesario contar con una fuente de energía para energizar el equipo móvil. Sin embargo gran parte del área rural no cuentan con una fuente de energía eléctrica convencional y en su mayoría hacen uso de energías alternativas o no tienen acceso a la energía entonces aunque se cuenten con servicios de telecomunicaciones sin una fuente de energía para el uso de telefonía celular las personas de la comunidad quedarían incomunicadas.

#### 1.1.2.- FORMULACION DE PROBLEMA

¿Cómo diseñar un adecuado y confiable sistema de energía eléctrica a base una celda solar para dispositivos móviles celulares y tecnologías similares para ser implementadas en el área rural?

### 1.2.- JUSTIFICACION

#### 1.2.1.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El creciente uso de tecnología en áreas donde existe cierta cobertura de tecnología pero no así de una eficiente implementación de sistemas eléctricos hace de este proyecto ideal para plantear una solución a este problema además de ser utilizado como una opción en casos de emergencia en entornos urbanos.

#### 1.2.2.-JUSTIFICACION ECOMOMICA

La implementación de este sistema proporcionara energía a base de una celda solar la cual se cargara por medio de la luz solar la cual es una fuente inagotable y gratuita.

### 1.2.3.- JUSTIFICACION SOCIO/AMBIENTAL

Con este proyecto se pretende suministrar energía a dispositivos de comunicación móvil por medio de una celda solar aprovechando la energía solar, que está a disposición en cualquier parte del planeta, en áreas donde no se cuenta con una fuente de energía eléctrica convencional para que así las personas que viven en estas comunidades se mantengan comunicadas. Además Los cargadores solares utilizan energía renovable mientras que los cargadores comunes contaminan en distintos niveles dependiendo de la regulación en su disposición final. Los cargadores que van a dar a los basureros pueden contaminar el suelo mediante la liberación de los ácidos que se requieren para su funcionamiento. Otro problema que acarrea es que para su elaboración se emplean metales pesados, los cuales pueden ser altamente tóxicos si se vuelven biodisponibles. Algunos de estos metales pueden formar sales que se disuelven y van a dar a los cuerpos de agua, generando serios problemas.

### 1.3.- OBJETIVOS

#### 1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un cargador aprovechando la energía solar para dispositivos celulares con conexión vía puerto USB para áreas rurales.

#### 1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio previo sobre celdas solares y carga de baterías para equipos de telefonía móvil que requieren carga por un puerto USB.
- Determinar los materiales adecuados para la instalación del cargador en base a una celda solar.
- Construir un dispositivo “dispensador” de la energía renovable para su uso en pequeños equipos energizados vía un puerto USB.
- Diseñar un circuito para mostrar datos como el porcentaje de carga, el voltaje que se está introduciendo al equipo de telefonía celular y la temperatura que se registra en el lugar mostrados a través de una pantalla LCD programada por un PIC 16f88.

## CAPITULO II

### FUNDAMENTACION TEORICA

---

#### 2.1.- CONCEPTOS GENERALES

La luz, sea ésta de origen solar, o generada por un foco incandescente o fluorescente, está formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de muy alta frecuencia, que están agrupadas dentro de un cierto rango, llamado espectro luminoso. Las ondas de baja frecuencia del espectro solar (infrarrojo) proporcionan calor, las de alta frecuencia (ultravioleta) hacen posible el proceso de fotosíntesis o el bronceado de la piel. Entre esos dos extremos están las frecuencias que forman la parte visible de la luz solar. La intensidad de la radiación luminosa varía con la frecuencia.

La Figura 1 muestra, en forma no detallada, la composición del espectro luminoso.

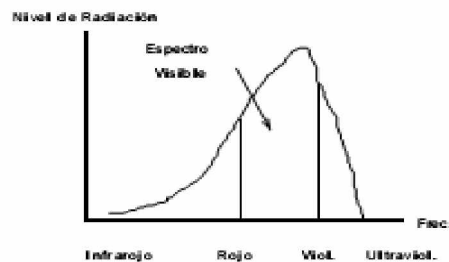


Figura 1. Espectro Luminoso de la Luz Solar

Cuando la luz incide sobre un semiconductor de tipo N-P, el bombardeo de los fotones libera electrones de los átomos de silicio creando dos cargas libres, una positiva y otra negativa. El equilibrio eléctrico de la juntura N-P se ve alterado por la presencia de estas nuevas cargas libres. Si al semiconductor se le conectan dos cables (uno por cada zona), se verifica la existencia de un voltaje entre los mismos. Si los terminales de la célula FV son conectados a una carga eléctrica, circulará una corriente eléctrica en el circuito formado por la célula, los cables de conexión y la carga externa. La Figura 2 muestra este tipo de circuito. Sólo una parte del espectro luminoso puede llevar a cabo la acción descrita. El material

utilizado para fabricar el semiconductor determina que parte del espectro luminoso es la óptima para provocar este desequilibrio.

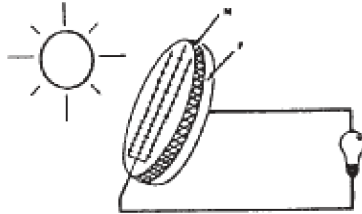


Figura 2.Célula Fotovoltaica con Carga Eléctrica

El voltaje de una célula FV es de corriente continua (CC). Por lo tanto, hay un lado que es positivo y otro negativo. Para células de silicio, este voltaje es de alrededor de 0,5 V.

En un instante determinado, la potencia eléctrica proporcionada por la célula FV está dada por el producto de los valores instantáneos del voltaje y la corriente de salida.

Este valor es afectado por el comportamiento intrínseco de un material semiconductor, por el nivel de irradiación luminosa, y el método de fabricación de la célula.

## 2.2.-LUZ SOLAR

La luz solar es la principal fuente de energía que recibe la tierra. Gracias a ella el planeta puede sostener la vida. La energía solar puede ser transformada en luz, calor o electricidad. La energía solar llega a la tierra a través del espacio, mediante los fotones que son partículas de energía y las radiaciones solares.

Del total de energía solar recibida por la tierra un 30 por ciento es reflejado por las nubes y partículas presentes en la atmósfera, volviendo al espacio exterior, un 14 por ciento es absorbido por la atmósfera y solo un 56 por ciento llega a la superficie terrestre. Los océanos y los continentes absorben parcialmente esa energía, mientras que otra parte vuelve a la atmósfera como calor irradiado o reflejado.

La luz solar es el espectro de radiación electromagnética que emana el sol durante las horas que se consideran como día.

La radiación térmica producida por la radiación solar no es similar al incremento en la temperatura atmosférica debido al calentamiento radioactivo de la atmósfera por la radiación solar.

Para la conversión de luz solar a energía eléctrica es necesario utilizar un transformador de energía solar fotovoltaica el cual tiene incluido algunos circuitos elevadores de tensión para así poder utilizar este tipo de energía para el consumo diario.

## **2.3.-CELDA SOLARES**

### **2.3.1.-DEFINICIÓN**

Las células o celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química.

La forma más común de las celdas solares se basa en el efecto fotovoltaico, en el cual la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia del voltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil.

### **2.3.2.- ¿CÓMO SE HACEN LAS CELDAS SOLARES?**

Las celdas solares de silicio se elaboran utilizando planchas (wafers) monocristalinas, planchas policristalinas o láminas delgadas

Las planchas monocristalinas (de aproximadamente 1/3 a 1/2 de milímetro espesor) se cortan de un gran lingote monocristalino que se ha desarrollado a aproximadamente 1400°C, este es un proceso muy costoso. El silicio debe ser de una pureza muy elevada y tener una estructura cristalina casi perfecta.

Las planchas policristalinas son realizadas por un proceso de moldeo en el cual el silicio fundido es vertido en un molde y se lo deja asentar. Entonces se rebana en planchas. Como las planchas policristalinas son hechas por moldeo son apreciablemente más baratas de producir, pero no tan eficiente como las celdas

monocristalinas. El rendimiento más bajo es debido a las imperfecciones en la estructura cristalina resultando del proceso de moldeo.

En los dos procesos anteriormente mencionados, casi la mitad del silicio se pierde como polvo durante el cortado.

El silicio amorfo, una de las tecnologías de lámina delgada, es creado depositando silicio sobre un sustrato de vidrio de un gas reactivo tal como silano ( $\text{SiH}_4$ ). El silicio amorfo es una de grupo de tecnologías de lámina delgada. Este tipo de célula solar se puede aplicar como película a sustratos del bajo costo tales como cristal o plástico. Otras tecnologías de lámina delgada incluyen lámina delgada de silicio multicristalino, las celdas de seleniuro de cobre e indio/sulfuro de cadmio, las celdas de telurio de cadmio/sulfuro del cadmio y las celdas del arseniuro de galio. Las celdas de lámina delgada tienen muchas ventajas incluyendo una deposición y un ensamblado más fácil, la capacidad de ser depositadas en sustratos o materiales de construcción baratos, la facilidad de la producción en masa, y la gran conveniencia para aplicaciones grandes.

En la producción de celdas solares al silicio se le introducen átomos de impurezas (dopado) para crear una región tipo p y una región tipo n de modo de producir una unión p-n. El dopado se puede hacer por difusión a alta temperatura, donde las planchas se colocan en un horno con el dopante introducido en forma de vapor. Hay muchos otros métodos de dopar el silicio. En la fabricación de algunos dispositivos de lámina delgada la introducción de dopantes puede ocurrir durante la deposición de las láminas o de las capas.

Un átomo del silicio tiene 4 electrones de valencia (aquellos más débilmente unidos), que enlazan a los átomos adyacentes. Substituyendo un átomo del silicio por un átomo que tenga 3 o 5 electrones de la valencia producirá un espacio sin un electrón (un agujero) o un electrón extra que pueda moverse más libremente que los otros, ésta es la base del doping. En el doping tipo p, la creación de agujeros, es alcanzada mediante la incorporación en el silicio de átomos con 3 electrones de valencia, generalmente se utiliza boro. En el dopaje de tipo n, la creación de electrones adicionales es alcanzada incorporando un átomo con 5 electrones de valencia, generalmente fósforo.



Una vez que se crea una unión p-n, se hacen los contactos eléctricos al frente y en la parte posterior de la célula evaporando o pintando con metal la plancha. La parte posterior de la plancha se puede cubrir totalmente por el metal, pero el frente de la misma tiene que tener solamente un patrón en forma de rejilla o de líneas finas de metal, de otra manera el metal bloquearía al sol del silicio y no habría ninguna respuesta a los fotones de la luz incidente.

### 2.3.3.-FUNCIONAMIENTO

Para entender la operación de una célula fotovoltaica, necesitamos considerar la naturaleza del material y la naturaleza de la luz del sol. Las celdas solares están formadas por dos tipos de material, generalmente silicio tipo p y silicio tipo n. La luz de ciertas longitudes de onda puede ionizar los átomos en el silicio y el campo interno producido por la unión que separa algunas de las cargas positivas ("agujeros") de las cargas negativas (electrones) dentro del dispositivo fotovoltaico. Los agujeros se mueven hacia la capa positiva o capa de tipo p y los electrones hacia la negativa o capa tipo n. Aunque estas cargas opuestas se atraen mutuamente, la mayoría de ellas solamente se pueden recombinar pasando a través de un circuito externo fuera del material debido a la barrera de energía potencial interno. Por lo tanto si se hace un circuito se puede producir una corriente a partir de las celdas iluminadas, puesto que los electrones libres tienen que pasar a través del circuito para recombinarse con los agujeros positivos.<sup>1</sup>

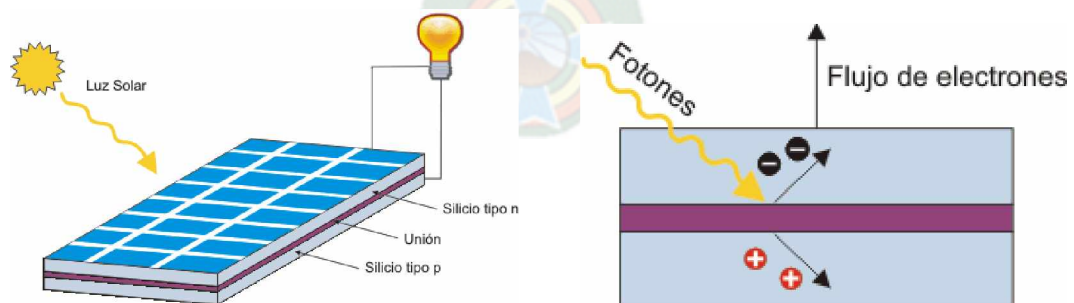


Figura 3. Efecto fotovoltaico en una célula solar

<sup>1</sup> Revista Electronica (n.d) obtenida de :[www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com)

## 2.4.-TIPOS DE CELDAS SOLARES

### 2.4.1.-CELDAS SOLARES AMORFAS

La tecnología amorfa es comúnmente utilizada en los paneles solares pequeños, como en las calculadoras y lámparas de jardín, aunque cada vez son más usadas para paneles de mayor tamaño.

Están conformadas de una película de Silicon depositada sobre otra lámina de materiales como el acero. El panel se forma de una sola pieza y las celdas individuales no son tan visibles como en otro tipo de paneles.

La eficiencia de los paneles solares de celdas amorfas no es tan alta como la de aquellos paneles conformados por celdas solares individuales.

### 2.4.2.-CELDAS SOLARES CRISTALINAS

Las celdas solares cristalinas se interconectan unas con otras para formar paneles solares. Cada celda solar produce un voltaje individual de 0.5 a 0.6 volts, se requieren 36 celdas solares o celdas fotovoltaicas para producir un circuito abierto de cerca de 20 volts. El cual es suficiente para cargar una batería de 12 volts.

Las celdas solares monocristalina, se cortan de una sola pieza de cristal de silicón, mientras que las celdas solares policristalinas se hacen a base de múltiples cristales.



Figura 4.Diferentes tipos de celdas solares

## **2.5.- CONTROL DE CARGA**

Durante la noche el voltaje de salida de los paneles FVs es nulo. Al amanecer, atardecer o en días nublados, el nivel de insolación es bajo y los paneles no pueden cargar las baterías. En este último caso el control de carga cumple un rol pasivo, aislando el banco de acumulación del bloque de generación, evitando su descarga. Cuando la insolación aumenta, el voltaje de los paneles supera al del banco de baterías y el proceso de carga se reanuda. Es entonces cuando el control de carga tiene un rol activo, evitando una gasificación excesiva del electrolito.

La selección de un control de carga está determinada por los parámetros eléctricos del sistema (voltaje y amperaje de trabajo), los detalles de diseño (uno o más bloques de carga, tipo de batería y montaje mecánico más conveniente) y por las opciones ofrecidas por el fabricante (funciones auxiliares).

Los numerosos modelos ofrecidos en el mercado pueden ser agrupados en dos categorías: controles en serie y controles en paralelo. Esta clasificación está relacionada con el paso que toma la corriente de carga, respecto al banco de baterías, cuando el control comienza a restringir la gasificación. En un control en paralelo, cuando el voltaje de batería alcanza un valor predeterminado (batería cargada), la corriente de los paneles es desviada a un circuito que está en paralelo con el banco de baterías.

Cuando el voltaje de batería baja por debajo de un valor mínimo, predeterminado por el fabricante, el proceso de carga se restablece nuevamente.

Tanto en el control paralelo, como en el serie, el máximo valor de la corriente de carga está determinado por la diferencia entre el voltaje de salida de los paneles y el de baterías. En el control en paralelo la corriente de carga existe o se anula totalmente.

En el control en serie, dependiendo del diseño, se tiene un proceso similar o de valor variable.

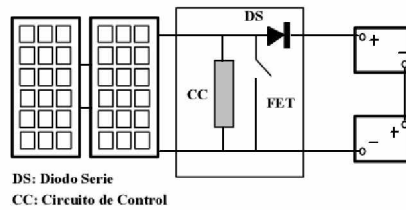


Figura 5. Control De Carga En Paralelo

Este control de carga tiene una desventaja que le es inherente: el banco de baterías debe ser aislado del cortocircuito. El diodo serie (DS en las Figuras 2.10) cumple con esa función. Esto provoca una disminución en el voltaje de carga, así como una pérdida de energía (disipación de calor dentro del diodo). Para disminuir ambos valores se utilizan diodos del tipo Schottky. Este tipo de componente tiene una juntura formada por un semiconductor y un metal (hot carrier diode, en inglés). El resultado es un diodo con menor voltaje de trabajo (0,3V en lugar de 0,6V). Para el mismo valor de corriente de carga, las pérdidas se reducen a la mitad. Uno de los fabricantes que ofrecen este tipo de control es SunAmp Power Co.

El control serie, ilustrado en forma esquemática en la Figura 15, elimina la necesidad de un diodo en serie, ya que la apertura del interruptor aísla al banco de baterías de los circuitos que le preceden.

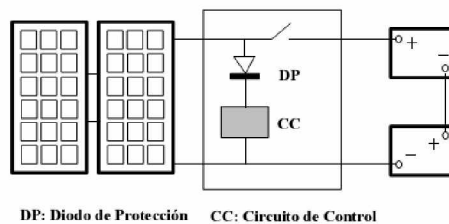


Figura 6. Control de Carga en Serie

Si el sistema FV produce más energía que la que se consume, las baterías llegan a ser cargadas a su máximo.

## 2.6.-COMPOSICIÓN TECNOLÓGICA DEL TELÉFONO CELULAR

Un aparato celular consta principalmente de:

Un microprocesador llamado DSP, o digital signal processor. realiza todas las operaciones del dispositivo, analógicamente a lo que hace un microprocesador en un computador personal. El microprocesador es el cerebro del sistema de circuitos, realizando todas las tareas de compresión, descompresión, procesa todas las tareas del teclado, gestiona los comandos, controla las señales, envía la información a la pantalla para ser mostrada, además de coordinar las demás funciones.

Contiene una batería que almacena la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del teléfono. Existen cuatro tipos de baterías: NiCd (níquel /cadmio), NiMH(hidrato metálico de níquel), Li Ion(Iones de Litio) y LiPo(Polímero Litio). Las diferencias entre estos tipos de baterías radican en la capacidad y tiempo de vida.

## **2.7.- BATERÍAS**

### **2.7.1.-BATERÍA DE PLOMO ÁCIDO**

La importancia de este componente dentro del sistema FV hace necesario el conocimiento a fondo de las limitaciones intrínsecas del mismo. Sólo así podrá lograrse la correcta instalación y uso del sistema, prolongando su vida útil y grado de fiabilidad. El voltaje proporcionado por una batería de acumulación es de CC. Para cargarla se necesita un generador de CC, el que deberá ser conectado con la polaridad correcta: positivo del generador al positivo de batería y negativo del generador al negativo de batería. Para poder forzar una corriente de carga el voltaje deberá ser algo superior al de la batería.

La corriente de carga provoca reacciones químicas en los electrodos, las que continúan mientras el generador sea capaz de mantener esa corriente, o el electrolito sea incapaz de mantener esas reacciones. El proceso es reversible. Si desconectamos el generador y conectamos una carga eléctrica a la batería, circulará una corriente a través de ésta, en dirección opuesta a la de carga, provocando reacciones químicas en los electrodos que vuelven el sistema a su condición inicial.

El tipo de acumulador más usado en el presente, dado su bajo costo, es la batería de plomo y ácido sulfúrico con electrolito líquido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico. En este libro abreviaremos algo su nombre, llamándola batería Pb-ácido, usando el símbolo químico para el plomo (Pb). Cuando la batería está cargada, el electrodo positivo tiene un depósito de dióxido de plomo y el negativo es plomo. Al descargarse, la reacción química que toma lugar hace que, tanto la placa positiva como la negativa, tengan un depósito de sulfato de plomo. La Figuras 7 y 8 ilustran estos dos estados.

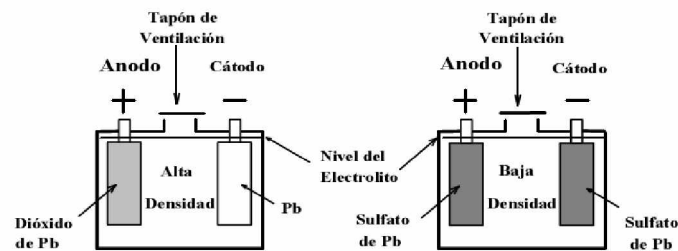


Figura 7. Batería Cargada

Figura 8. Batería Descargada

### 2.7.2.-BATERÍA DE NIQUEL-CADMIO

Se caracteriza por sus celdas selladas, por tener la mitad del peso y por ser más tolerante a altas temperaturas, que una batería de plomo-ácido convencional.

Tiene una muy baja tasa de auto descarga.

Debido a regulaciones ambientales ha sido reemplazada por NiMH e Ion-litio, en notebooks y en otros tipos de electrónica de alto precio.

Tiene el efecto de memoria lo cual acelera su proceso de descarga.



Figura 9. Batería de Níquel Cadmio

### 2.7.2.1.-APLICACIONES BATERÍA NÍQUEL-CADMIO

Unos de los usos más frecuentes es en juguetes, equipos estéreo y máquinas fotográficas.

Existen diseños especializados, como es el ejemplo de baterías para aviones sin sellar, lo que permite expulsar el oxígeno e hidrogeno cuando la batería es carga o descarga rápidamente.

### 2.7.3.-BATERÍA DE NIQUEL-HIDRURO METÁLICO

Es una extensión de la tecnología de NiCd, ofrece una mayor densidad de energía y el ánodo es hecho de metal hidruro evitando los problemas ambientales de la NiCd. Además su efecto memoria es casi despreciable.

No es capaz de entregar alto peaks de potencia, tiene un alto grado auto descarga y es muy peligrosa si es sobrecargada.

Tiene una alta tasa de auto descarga.

Aún es de precio elevado, aunque se estima que su costo disminuirá al producir vehículos eléctricos a gran escala.

### 2.7.3.1.-APLICACIONES BATERÍA NI-MH

Incluyen todos los vehículos de propulsión totalmente eléctrica como:

General Motors EV1, Honda EV Plus, Ford EV, Scooter Vectrix, Vehículos híbridos como el Toyota Prius, Honda y Baterías recargables.



Figura 10. Batería de Ni-MH

### 2.7.4.-BATERÍA DE ION-LITIO

Es de una nueva tecnología, la cual ofrece una densidad de energía de 3 veces la de una batería plomo-acido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso

atómico 6.9 vs 209 para la de plomo. Además cuenta con el alto porcentaje por celda 3.5 [v], lo cual reduce el número de celdas en serie para alcanzar cierto voltaje, lo que reduce su costo de manufactura.

Tiene una muy baja tasa de auto descarga. Rápida degradación y sensibilidad de las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión.

Requiere en su configuración como producto de consumo, la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un costo superior que ha limitado la extensión de su uso a otras aplicaciones.<sup>2</sup>

#### 2.7.4.1.-APLICACIONES BATERÍA ION-LITIO

Su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas u ordenadores portátiles, agendas electrónicas u ordenadores portátiles y lectores de música.

Las baterías de ion litio al ser baterías más compactas permiten manejar más carga.<sup>3</sup>



Figura 11. Baterías De Ion-Litio

#### 2.7.5.-BATERÍA DE POLÍMERO-LITIO

Es una batería de litio con un polímero sólido como electrolítico.

<sup>2</sup> Gaceta electrónica (n.d).(2014) "Tecnología De Las Baterías" Obtenida de : [www.dforceblog.com](http://www.dforceblog.com)

<sup>3</sup> Hamel Fonseca, Jaime (2012) "Celdas, Pilas Y Baterías De Ion-Litio Una Alternativa Para...???",Página 44



Estas baterías tienen una densidad de energía de entre 5 y 12 veces la de Ni-CdoNi-MH, a igualdad de peso a igual capacidad, las baterías de Li-Po son, típicamente, cuatro veces más ligeras que las de Ni-C de la misma capacidad.

Las grandes ventajas de esta batería es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente.

Un elemento de Li-Po tiene un voltaje nominal, cargado, de 3.7 [v]. Nunca se debe descargar una batería por debajo de 3 [v] por celda, nunca se la debe cargar más allá de 4.3 [v] por celda.<sup>4</sup>



Figura 12. Batería de Polímero-Litio

#### 2.7.5.1.- APLICACIONES BATERÍA POLÍMERO-LITIO

La marca de computadores portátiles Apple, usa actualmente la tecnología de las baterías de polímero litio en iPod o iPhone. También se encuentran en dispositivos como teléfonos móviles y PDAs



Figura 13.- Equipos Que Funcionan Con Batería De Polímero-Litio

<sup>4</sup> Gaceta electrónica (n.d).(2014) "Tecnología De Las Baterías" Obtenida de : [www.dforceblog.com](http://www.dforceblog.com)

<b>Tipo</b>	<b>Energía/peso</b>	<b>Tensión por elemento (v)</b>	<b>Duración (número de recargas)</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>Auto-descarga por mes (% del total)</b>
<b>Plomo</b>	30-50 Wh/kg	2.00 (v)	1000	8h-16h	5%
<b>Ni-Cd</b>	48-80 Wh/kg	1.25 (v)	500	10h-14h	30%
<b>Ni-MH</b>	60-120 Wh/kg	1.25 (v)	1000	2h-4h	20%
<b>Li-ion</b>	110-160 Wh/kg	3.16 (v)	4000	2h-4h	25%
<b>Li-Po</b>	100-130 Wh/kg	3.7 (v)	5000	1h-1.5h	10%

Tabla 1.- Comparación entre las baterías

## **2.8.-MICROCONTROLADORES**

Un microcontrolador difiere de un microprocesador en muchas maneras. La primera y más importante es su funcionalidad, para hacer uso de un microprocesador, otros componentes como la memoria, o componentes para recibir o enviar datos deben ser añadidos. Por el otro lado un microcontrolador está diseñado para realizar todo aquello ya mencionado en uno, entonces no se requiere de componentes externos porque todos estos periféricos están ya contruidos dentro del microcontrolador

### **2.8.1.-MICROCONTROLADOR PIC16F88**

El PIC16F88 es un microcontrolador de la familia PIC, fabricada por la empresa Microchip. Se trata de uno de los microcontroladores más populares debido a su arquitectura de 8 bits, 18 pines, y un set de instrucciones RISC muy amigable para memorizar y fácil de entender.

#### **2.8.1.1.- CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F88**

El PIC16F88 internamente consta de:

- Memoria Flash de programa (4K x 14).
- Memoria EEPROM de datos (256 x 8).
- Memoria RAM (368 registros x 8).
- Oscilador interno de 8MHz.
- Modulación por ancho de pulso (PWM) de 10Bits,
- Comunicación asincrónica USART en SPI 3 Hilos o I2C en 2 hilos
- Conversor de Analógico a Digital de 7 canales
- Un temporizador/contador (timer de 8 bits).
- Un divisor de frecuencia.
- Varios puertos de entrada-salida (16 pines en dos puertos, 8 pines el puerto A y 8 pines el puerto B).

Otras características son:

- Manejo de interrupciones (de 4 fuentes).
- Perro guardián (watchdog).
- Bajo consumo.
- Frecuencia de reloj externa máxima 20MHz. La frecuencia de reloj interna es un cuarto de la externa, lo que significa que con un reloj de 20Mhz, el reloj interno sería de 5Mhz y así pues se ejecutan 5 Millones de Instrucciones por Segundo (5 MIPS)
- Pipe-line de 2 etapas, 1 para búsqueda de instrucción y otra para la ejecución de la instrucción (los saltos ocupan un ciclo más).
- Repertorio de instrucciones reducido (RISC), con tan solo 35 instrucciones distintas.
- 4 tipos distintos de instrucciones, orientadas a byte, orientadas a bit, operación entre registros, de salto.

#### 2.8.1.2.-USOS

En los últimos años se ha popularizado el uso de este microcontrolador debido a su bajo costo y tamaño. Se ha usado en numerosas aplicaciones, que van desde los automóviles a decodificadores de televisión. Es muy popular su uso por los aficionados a la robótica y electrónica.

Puede ser programado tanto en lenguaje ensamblador como en Basic y principalmente en C, para el que existen numerosos compiladores.

## 2.9.-LCD

La definición más clara de un LCD es: una pantalla de cristal líquido que visualiza unos ciertos caracteres. Para poder hacer funcionar un LCD, debe de estar conectado a un circuito impreso en el que estén integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege.

En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir,  $2 \times 16 = 32$  caracteres. A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.

Tiene un consumo de energía de menos de 5mA y son ideales para dispositivos que requieran una visualización pequeña o media.

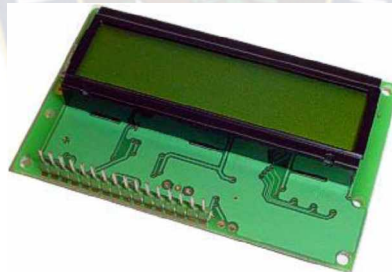


Figura 14. Pantalla LCD de 2 líneas y 16 caracteres

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO**

---

#### **3.1.-DELIMITACION DEL PROYECTO**

##### **3.1.1.- DELIMITACION TEMATICA**

El proyecto se enmarca en el análisis y diseño de un sistema fotovoltaico en base al estudio de los componentes, detalles técnicos y su funcionamiento para poder implementarlo en equipos móviles celulares.

##### **3.1.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El desarrollo del proyecto se enfoca en áreas rurales que cuentan con servicios de telefonía celular pero no tienen acceso a redes eléctricas.

#### **3.2.-MARCO PRÁCTICO**

##### **3.2.1.-POBLACIÓN QUE SE BENEFICIARIA CON EL PRESENTE PROYECTO**

Según datos actuales encontrados boletines informativos en la red se estima que aproximadamente un 70 por ciento de las poblaciones de área rural a nivel nacional tienen cobertura de servicios de telefonía móvil e internet (ver anexo III mapa de cobertura nacional) pero en gran parte de estas áreas se debe recurrir a energías alternativas o grupos electrógenos para hacer funcionar la red esto quiere decir que estas poblaciones no cuentan con una fuente de energía eléctrica convencional y en su mayoría hacen uso de energías alternativas o no tienen acceso a la energía pero si a servicios de comunicación. Así mismo los pobladores no contarían con energía eléctrica para utilizar equipos móviles en consecuencia quedarían incomunicados. En el 2005 se presume que un 72 por ciento de la población rural no contaba con suministro de energía eléctrica y según datos del último censo 2012 se estima que el servicio de energía eléctrica en el país se incrementó en casi el 14 por ciento. Sin embargo existe un porcentaje alto de poblaciones sin energía eléctrica (ver anexo I) Otra diferencia que resalta es que sólo a partir del año 2012 se incorporó el registro de fuentes de energías alternas a la electricidad, como es el caso de los paneles solares y el motor propio (o grupo

electrógeno). Mediante esta incorporación, se conoce que de 2,8 millones de viviendas censadas el 2,77 por ciento hace uso de energías alternativas, más ecológicas.<sup>5</sup> Aun así existe una gran brecha entre áreas rurales con sistemas de telecomunicaciones implantadas y áreas sin servicio de energía eléctrica. Es por eso que se propone este proyecto en áreas rurales para que los pobladores puedan hacer uso de los servicios de telefonía móvil simplemente dependiendo de la energía solar para proporcionar energía a su equipo.

### 3.2.2.-DISPONIBILIDAD DE ENERGIA SOLAR EN EL PAIS

En Bolivia las regiones del altiplano y de los valles interandinos reciben una alta tasa de radiación solar; entre 5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>día dependiendo de la época del año. En la zona de los llanos la tasa de radiación media se sitúa entre 4,5 y 5 kWh/m<sup>2</sup>día. Esta energía es suficiente para proporcionar diariamente 220 Wh/día (ver anexo II) de energía eléctrica a través de un panel fotovoltaico de 50 Wp. Esto en casos de proporcionar energía eléctrica en corriente alterna. Para el caso de nuestro proyecto las condiciones climáticas de cada región de igual manera cubrirían las características que nuestro sistema requiere.

### 3.2.3.- CARACTERISTICAS Y DISEÑO DEL SISTEMA

El proyecto se enfoca al diseño de un sistema para proporcionar energía a equipos telefónicos móviles con conexión vía puerto USB en base a una celda solar. Para el diseño e implementación de este sistema se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Recolección y revisión de información técnica que permita establecer las condiciones adecuadas para el diseño y funcionamiento del sistema consultando los datasheets de los componentes a utilizarse conociendo sus características para la aplicación.

---

<sup>5</sup> Diario de circulación nacional "la palabra" (2013, enero) "Aumenta la cobertura de electricidad y agua potable" pagina 13 obtenida de: [www.lapalabradelbeni.com.bo](http://www.lapalabradelbeni.com.bo)

- Diseño del sistema en base a los requerimientos de carga de equipos móviles como voltaje y corriente requerido para así permitir un funcionamiento eficiente del sistema.
- Estudio del área de implementación posible mercado interesado en un dispositivo de estas características en este caso el área rural investigando ,en base a datos estadísticos, el porcentaje de poblaciones con servicios de telecomunicaciones que no cuentan con sistemas de energía eléctrica o aquellas que utilizan sistemas alternativos
- Diseño del software para que el sistema muestre datos relativos al sistema como porcentaje de carga de la celda solar y voltaje que está siendo introducido al equipo móvil además de proporcionar datos de la temperatura registrada.

Este proyecto también se enfoca en el grado de confiabilidad, es decir, la relación entre el tiempo durante el cual el sistema a base de celdas puede cumplir su objetivo principal que es de cargar el equipo móvil por completo tomando en cuenta el clima de una región.

El proceso de diseño comienza en la determinación de las características y el valor de la carga eléctrica. Este proceso conduce a la determinación del “caso más desfavorable” para la misma que sería en la noche ya que no hay disponibilidad de luz solar por lo que se probará el sistema siendo iluminada por luz artificial para determinar la reacción del sistema. Una vez que se ha evaluado la carga en el caso más desfavorable, el siguiente paso es comparar los tiempos de carga de un cargador que se conecta a la red eléctrica convencional y los resultados logrados con el sistema propuesto.

### **3.3.- CÁLCULOS DE DISEÑO.**

Lo primero que se debe conocer es los requerimientos de consumo en la carga promedio para celulares de conexión con puerto USB.

<b>Teléfono celular</b>	<b>Voltaje requerido</b>	<b>Corriente requerida</b>	<b>Energía requerida</b>
Generico	4.5-5.2 v	100-500mA	3-6.5 w-h

Tabla 2. Tabla de requerimientos de consumo de teléfonos celulares

El requerimiento energético de una batería de celular convencional, se encuentra alrededor de 3 W-h, en tanto que para un Smartphone este es de aproximadamente 6.5 W-h. La recarga de ambos tamaños de baterías vía USB típicamente se hace entre 4.5 y 5 V a 500 mA. Para la elección de celda se debe tomar en cuenta aquel panel que pueda entregar un valor de voltaje y corriente adecuados es decir una celda solar que entregue 5 volts y una corriente de 100 a 500mA. La celda solar que tenemos disponible en el mercado es una celda policristalina de 5.5v que nos entrega 100mA de corriente.

### **3.4.-DIAGRAMA DE BLOQUES DEL FUNCIONAMIENTO DEL CARGADOR**

A continuación se presentara por bloques la realización del proyecto del cargador para teléfonos celulares realizando una descripción general del funcionamiento del sistema para luego describirlo detalladamente más adelante.

El equipo o teléfono móvil será cargado gracias a la energía solar captada por el bloque básico de carga. Unido a este circuito esencial de carga para teléfonos celulares se encuentra un circuito electrónico que está destinado a la visualización de datos relativos al porcentaje de carga de la celda o las baterías que almacenan la energía, el voltaje que ingresa al teléfono celular. Además de mostrar el dato de la temperatura registrada a cada instante gracias a un lm35 que es un dispositivo capaz de sensar la temperatura del ambiente, este bloque no depende de la energía captada por la celda, este circuito será alimentado por una batería de 9 volts que mediante un regulador de voltaje 7805 proporcionara el voltaje adecuado para el funcionamiento del PIC y la pantalla LCD. Y finalmente un bloque de salida que consiste en puerto USB hembra para la conexión directa de casi cualquier teléfono celular que pueda ser energizado por un puerto USB que funcionara de manera casi independiente al circuito de visualización.



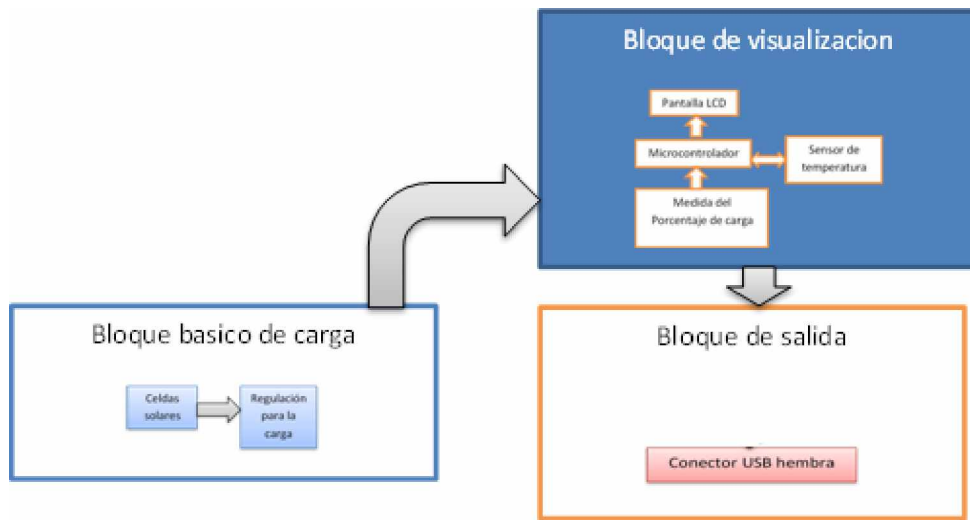


Figura 15. Diagrama de bloques del funcionamiento en general del proyecto.

### 3.4.1.- BLOQUE BASICO DE CARGA

Este bloque del circuito tiene como principal objetivo lograr convertir la energía solar en energía eléctrica además poder almacenarla de manera que puede ser utilizada posteriormente o en el momento para cargar teléfonos celulares.

El almacenamiento de energía eléctrica se logró a través de un banco de baterías recargables de 1.2 Volts, que son de fácil adquisición en el mercado, se utilizaron 4 baterías para así generar aproximadamente 5 V

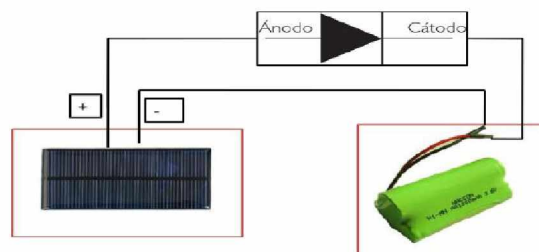


Figura16. Circuito de almacenamiento.

El dispositivo “dispensador” de la energía acumulada en las baterías AAA, consiste en una conexión en serie de las baterías AAA, a su vez, las terminales de este arreglo están conectadas al puerto USB hembra. Esta configuración, ofrece 4.8 Volts de salida y hasta 2100 mA. De acuerdo a la especificación de las

baterías recargables, una batería completamente cargada es capaz de proveer 2100 mAh a 1.2 V, que expresado en términos de energía, equivale a 2.52 W-h. El cargador de baterías construido tiene capacidad para recargar 4 baterías AAA, lo cual representa en promedio 10 W-h; que es la misma energía que se ofrece en el “dispensador” de energía construido. Se puede ver que el “dispensador” de energía propuesto, cubre completamente estos requerimientos eléctricos y energéticos.

Una celda solar puede suministrar energía a las baterías siempre que cumpla con las condiciones ideales, es decir que este expuesto a los rayos del sol, es importante poder garantizar que solo va a circular corriente positiva en el panel solar, para lograr dicho objetivo se requiere un semiconductor que permita la circulación de corriente en un solo sentido, para este caso lo ideal es utilizar un diodo al colocar el diodo en serie con la batería podemos garantizar que la corriente solo va a circular en sentido positivo a favor de la celda solar y cuando la batería se encuentre cargada no permita el paso de corriente en sentido contrario y así evitar su descarga.

#### 3.4.2.-BLOQUE DE VISUALIZACIÓN

En este bloque se desarrolló un circuito capaz de mostrar el porcentaje de carga de la batería así como el voltaje registrado a la entrada del teléfono celular que es el voltaje captado por la celda solar o el que está almacenado en las baterías AAA que se cargan también a través de la celda solar y la temperatura registrada en el ambiente. Se utilizó principalmente un microcontrolador PIC 16f88, una pantalla LCD de dos líneas por 16 caracteres y un sensor de temperatura LM 35. El microcontrolador tiene la capacidad de medir la carga de la batería a través de su convertidor analógico/digital, es decir, los canales analógicos se encargaron de sensor la carga de la batería, mide el voltaje que ingresa al teléfono móvil y por último medirá la temperatura del ambiente en todo momento a través de un sensor de temperatura LM35 que es un dispositivo capaz de medir temperaturas desde -55 °C a +150 °C .



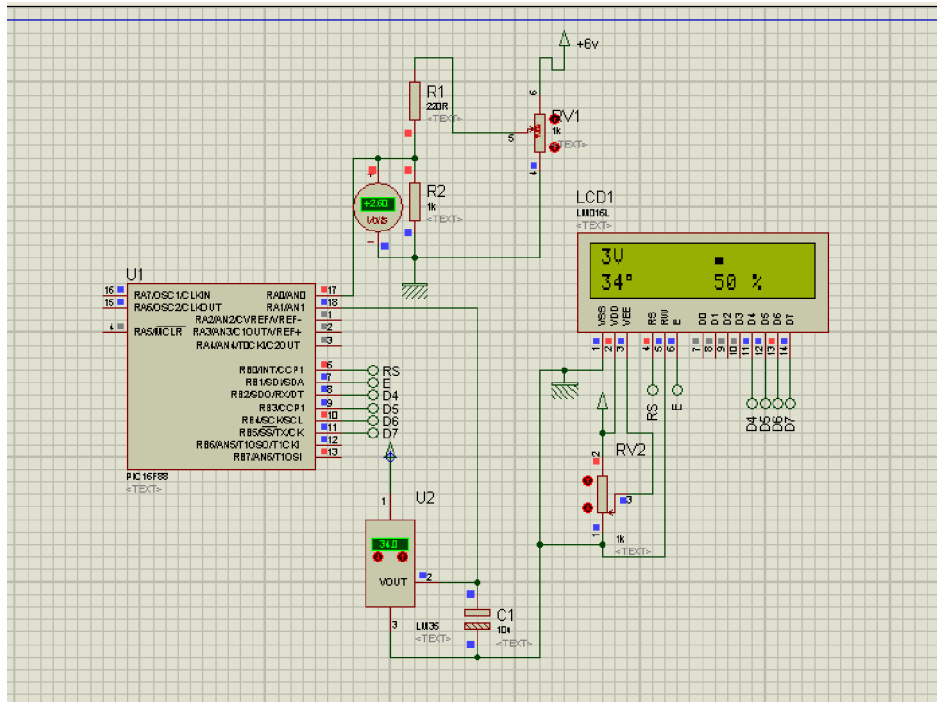


Figura 18. Circuito eléctrico de la etapa de visualización ejecutado con el software PROTEUS 7.1.

### 3.4.2.2.-CÓDIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR

Inicialmente se declaran las variables a utilizarse y se asignan los pines para la pantalla LCD, a continuación el código tiene como objetivo poder sensor el canal analógico y así determinar la carga de la batería de esa manera también se realiza la medición del voltaje y de la temperatura mostradas a través de la pantalla LCD

El código fuente puede observarse en el anexo IV

### 3.4.3.-BLOQUE DE SALIDA

En este bloque se toma la energía eléctrica proporcionada por las baterías recargables y se aplica a un puerto USB hembra para así poder alimentar cualquier teléfono celular que requiera conexión por este tipo de puerto.

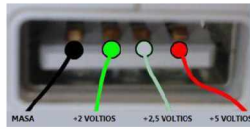


Figura 19. Puerto USB

### 3.5.-COSTOS FIJOS Y VARIABLES

A continuación se presenta una tabla de los componentes utilizados para la ejecución de este proyecto considerando el costo unitario y el costo total.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTOS UNITARIO	TOTAL
CELDA SOLAR	1	85.00 Bs	85.00Bs
BATERIA 9 V	1	7.00Bs	7.00Bs
CONECTOR BATERÍA 9V	1	1.50Bs	1.50Bs
PIC 16F88	1	58.00 Bs	58.00 Bs
PANTALLA LCD	1	50.00 Bs	50.00Bs
REGULADOR DE VOLTAJE 7805	1	3.50Bs	3.50Bs
POTENCIOMETRO	1	3.00Bs	3.00Bs
RESISTENCIAS	6	0.30Bs	1.80Bs
LM 35	1	2.50Bs	2.50Bs
BATERIAS AAA	4	15.00 Bs	60.00 Bs
PORTA BATERÍAS	1	4.50 Bs	4.50Bs
DIODO	2	0.50Bs	1.00Bs
CONECTOR USB HEMBRA	1	4.00Bs	4.00Bs
<b>TOTAL</b>			<b>281.80Bs</b>

Tabla 3. Tabla De Costos

## CAPITULO IV

### RESULTADOS OBTENIDOS

---

#### 4.1.-RESULTADOS

Una vez ensamblado todo el circuito se dispuso a realizar pruebas para evaluar el funcionamiento del sistema ya planteado y se sometió el sistema a varias pruebas bajo diferentes condiciones climáticas con los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>VOLTAJE DE LOS PANELES</b>	<b>VOLTAJE MEDIDO EN EL CIRCUITO</b>	<b>CORRIENTE (mA)</b>	<b>TIEMPO DE CARGA DEL TELÉFONO CELULAR</b>
SOLEADO	4.8 volts	5 volts	98mA	10 Horas
NUBLADO	3.6 volts	4 volts	92mA	8 Horas
LUZ ARTIFICIAL	1.2 volts	1 volts	22mA	No carga

Tabla 4. Tabla de resultados obtenidos.

Se pudo observar que ya sea en condiciones óptimas o en condiciones donde haya nubosidad la celda puede suministrar energía y cargar un teléfono celular, pero debido a que cada condición ambiental ofrece distintos datos de voltaje y corriente entonces el tiempo de carga dependerá de las condiciones atmosféricas que se tienen en un determinado momento.

También se procedió a realizar pruebas con luz artificial para comprobar si la intensidad luminosa de un bombillo podría generar voltaje en los paneles, efectivamente se logró registrar un dato de voltaje aunque este fue muy bajo para proporcionar carga a el equipo de telefonía móvil.

A continuación se probó el sistema de cargador solar para establecer una diferencia en el tiempo de carga comparado con los tiempos de carga con su respectivo cargador. Entonces se obtuvieron los siguientes resultados el cargador

solar tardo más en lograr una carga completa esto debido a que se registraron distintos niveles de voltaje en el proceso, en consecuencia el nivel de corriente también varía por lo que el tiempo de carga es variable en comparación a sus cargadores originales que siempre tiene un voltaje constante ya que toma su energía de la red eléctrica.

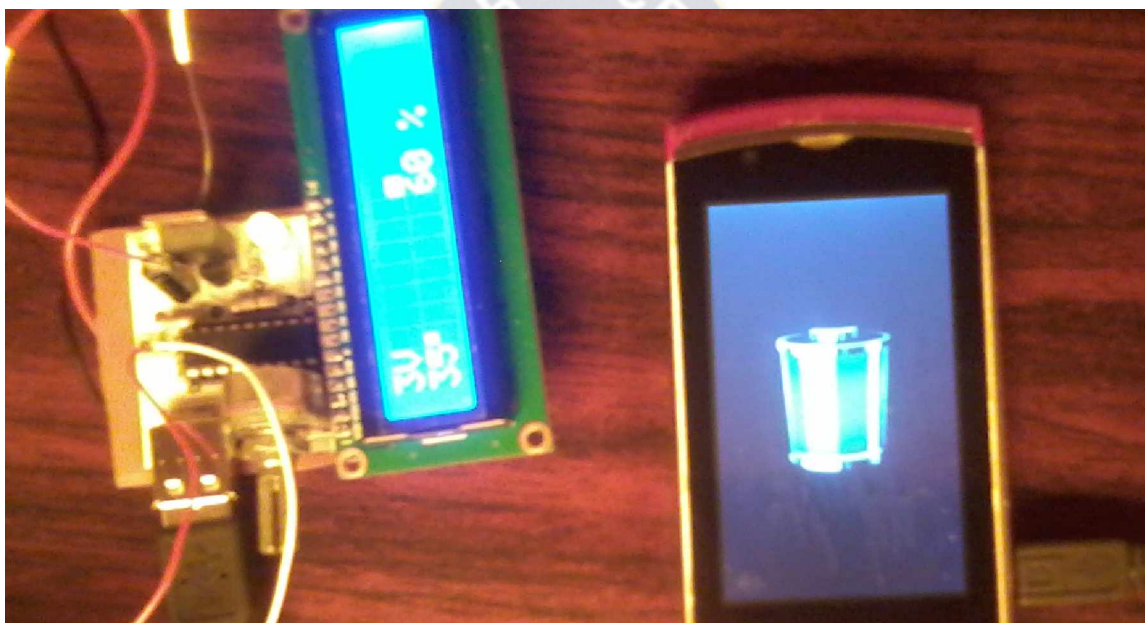


Figura 20. Circuito real

## **CAPITULO V**

### **EVALUACION DEL PROYECTO**

---

#### **5.1.- EVALUACION TECNICA**

Para enfrentar los problemas de energía de áreas rurales que cuentan con servicios básicos de telecomunicaciones es necesario evaluar comparativamente las diferentes alternativas tecnológicas viables para la región que permita solucionar la falta de energía eléctrica para el uso de tecnologías de comunicación como teléfonos celulares en distintas poblaciones que comprende la evaluación de dos alternativas posibles que son la carga de energía a un celular por un cargador genérico a través de la instalación de una línea eléctrica y la implementación de un sistema en base a celdas solares. Se evaluó la primera alternativa si la población se encuentra muy alejada de la red eléctrica o las poblaciones evaluadas se encuentran muy dispersas en una área geográfica muy grande o tiene una densidad de población muy baja esta opción sería casi imposible de llevar a cabo. Si evaluamos la segunda alternativa un sistema de carga para teléfonos celulares a base de celdas solares sería ideal para estas regiones ya que no representaría ningún gasto adicional ya que la principal fuente es la luz solar la cual está disponible para todos y es gratuita.

#### **5.2.- EVALUACION SOCIAL**

La implementación de este proyecto orientado a áreas rurales significaría un aporte a la sociedad que podría disponer de servicios de telecomunicaciones utilizando sus dispositivos o teléfonos móviles y así acceder a servicios como telefonía e internet.

La energía solar fotovoltaica es, al igual que el resto de energías renovables, inagotable, limpia, no contamina, no consume combustibles, no genera residuos, respetable con el medio ambiente y sentando las bases de un autoabastecimiento. Al igual que el resto de las energías limpias, contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y especialmente de CO<sup>2</sup>, ayudando a proteger nuestro planeta del cambio climático.



El diseño e implementación de un sistema fotovoltaico también generara beneficios socio-económicos como:

- Su instalación es simple
- Tienen una vida larga (las celdas solares duran aproximadamente 15 años)
- Pueden seguir funcionando efectivamente en condiciones climáticas desfavorables con poca luz solar como en días nublados.
- Su instalación en zonas rurales permitirá el uso de tecnologías recientemente implantadas.
- Incentiva el progreso de la comunidad ya que la mayoría de estas comunidades se dedican a la producción se beneficiarían mediante el uso de equipos de telefonía móvil para la comunicación abriendo posibilidades de nuevos mercados.

### **5.3.- EVALUACION FINANCIERA**

El ahorro de energéticos tradicionales por familia o por persona en términos monetarios y de energía ya que en varias comunidades se hace uso de sistemas energéticos en base a motores que funcionan bajo el consumo de combustibles sería injustificable ya que la mayor parte de esta energía se podría utilizar para otros fines como iluminación de una vivienda, uso de electrodomésticos y otros por lo cual se lograría un ahorro mediante el uso de este sistema.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

#### 6.1.-CONCLUSIONES

Según el estudio realizado se llegó a la conclusión que la solución más efectiva a la falta de energía eléctrica en áreas rurales donde se cuenta con cobertura de servicio de telecomunicaciones es un sistema en base a celdas solares, como tecnología renovable, para proporcionar energía a equipos de telefonía móvil con conexiones vía puerto USB utilizada en la mayoría de teléfonos móviles.

Las tecnologías solares tienen mucho atractivo para países que están en desarrollo. Una ventaja social particularmente importante es que pueden ser empleados para promover el desarrollo en áreas rurales, para evitar la migración a las ciudades. Además la energía solar proporciona una gran ventaja económica al consumidor individual y al consumidor masivo, contribuyendo así mismo al confort personal y la contribución al medio ambiente.

Económicamente los sistemas fotovoltaicos tienen un alto costo de diseño e implementación en comparación con otros sistemas convencionales, pero estos no son accesibles a lugares tan remotamente alejados y con baja densidad poblacional. Un buen cálculo para el diseño permite determinar eficientemente los componentes adecuados para el diseño del sistema al menor costo posible. De esta manera se pudieron cumplir con los objetivos planteados en este proyecto ya que a través de la celda solar se carga constantemente las baterías recargables para luego ser usada en cualquier momento sea de día o noche. El sistema propuesto puede funcionar con diversos modelos de teléfonos móviles que utilicen como puerto de carga un USB. El prototipo de cargador solar de celular y baterías AAA construido, es capaz de recargar las baterías en un tiempo que va de 3 a 5 horas dependiendo de la cantidad de energía captada por la celda solar. La energía acumulada en las baterías, se pudo utilizar para recargar la batería de un teléfono celular en cualquier momento. El concepto de cargador de baterías independiente del dispositivo “dispensador” de energía, provee al prototipo una

mayor diversidad en sus aplicaciones, permitiéndole incluir a aquellas que obtienen energía directamente de las baterías AAA o a través de un puerto USB.

## **6.2.-APORTE ACADEMICO**

El presente proyecto se presenta como una alternativa para la investigación y desarrollo de tecnologías que fomenten el uso de fuentes alternas de energía, más amigables con el medio ambiente, al presentar cero emisiones de gases de efecto invernadero. Hoy en día el uso de tecnologías es indispensable pero debemos de tomar en cuenta que es necesario cuidar el medio ambiente. Encontrar una solución para equilibrar el uso de tecnologías con la conservación de nuestro planeta. El sistema elaborado en este proyecto se concentra simplemente en cargar la batería del teléfono celular mediante la luz solar pudiéndose ampliar a otros campos académicos y aplicarse a distintos dispositivos y sistemas electrónicos.

## **6.3.-RECOMENDACIONES**

Los problemas que se puedan tener en este proyecto en realidad no son mayores en lo que se refiere a la generación de energía eléctrica por las celdas solares, una de las dificultades sería la falta de luz solar durante algunos días, es decir, días nublados en los que el sistema no funcionaría de manera tan eficiente. Sin embargo no existe información concreta de los niveles de radiación solar y no existe un mapa de radiación de Bolivia actualizado ya que el ultimo es de varios años atrás por lo tanto se debería recurrir a otros medios para obtener esta información para un mejor diseño y evaluación de un sistema a base de celdas solares. Otro problema se encuentra en que algunos fabricantes han diseñado los puertos de carga USB de sus dispositivos o teléfonos móviles de modo que si no reciben señal por los puertos de datos deshabilitan también los de carga, asegurándose de este modo que solo se pueda cargar desde el puerto USB de un PC o desde sus cargadores oficiales, no permitiendo usar los estándar de otras marcas. Por lo tanto se recomienda investigar más a fondo sobre una posible solución para implementar este proyecto en cualquier marca de teléfonos

celulares. También debe buscarse una manera de controlar el amperaje de salida del cargador, ya que aunque su salida oscila entre 3 y 5 voltios, el amperaje disminuye si la intensidad de la luz lo hace, es decir para que funcione de manera óptima debe exponerse a luz solar de alta intensidad.

El sol es uno de los recursos energéticos más limpios y peor aprovechados actualmente debido al alto costo inicial de su implementación. Por lo cual se recomienda impulsar el uso de energías alternativas aplicándolas en dispositivos de uso diario no solamente en áreas rurales para ayudar a fomentar el ahorro energético.



## BIBLIOGRAFIA

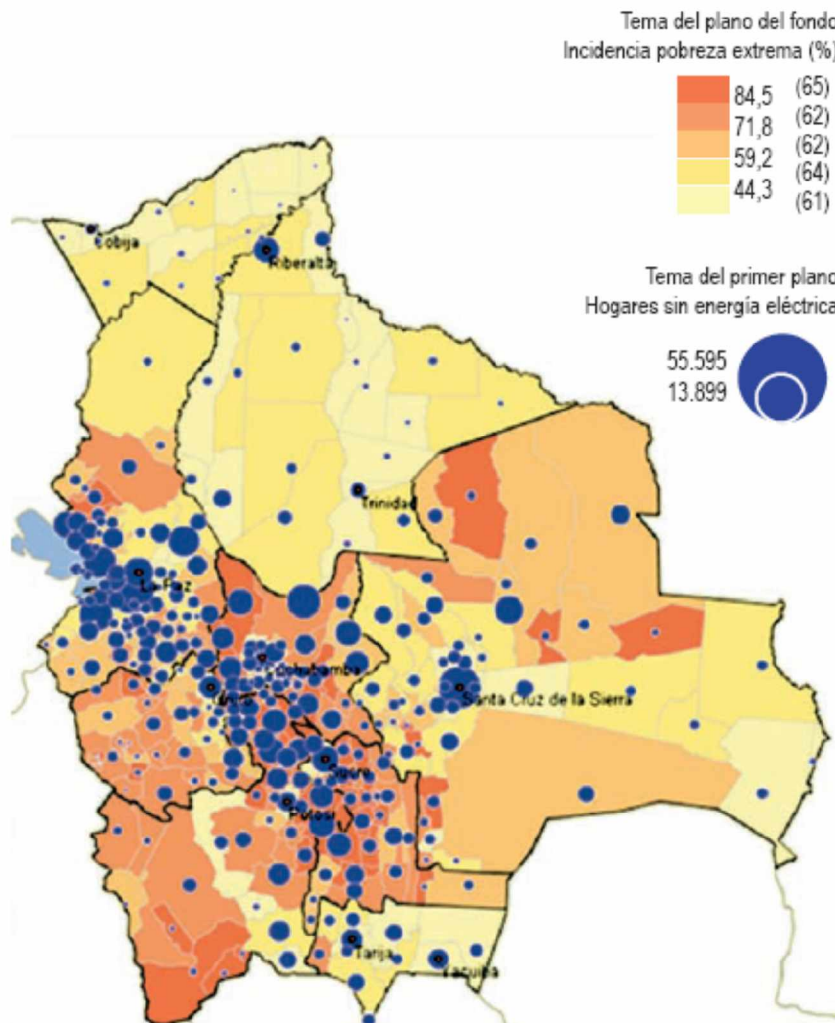
- Manrique José A. (1984) "Energía Solar". fundamentos y aplicaciones foto térmicas.
- Revista electrónica, (n.d). (2005, septiembre)."Paneles solares". Obtenida de: [www.todoelectronica.com](http://www.todoelectronica.com).
- Foro de electrónica (n.d). (2010.marzo) "Electrónica". Obtenida de: [www.comunidadelectronicos.com](http://www.comunidadelectronicos.com)
- Neri Vela Rodolfo (2003),"Comunicaciones Por Satélite. "Subsistema de energía eléctrica.
- Revista Electrónica (n.d) (2013, noviembre). "¿Que son las celdas solares?" obtenida de :[www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com)
- Castro, José; Díaz Luz. (2004)"La Contaminación por Pilas y Baterías en México". Editada y Publicada por Instituto Nacional De Ecología (INE)
- Gaceta electrónica (n.d).(2014)"Tecnología de las Baterías" Obtenida de : [www.dforceblog.com](http://www.dforceblog.com)
- Hamel Fonseca, Jaime (2012) "Celdas, Pilas y Baterías de Ion-Litio Una Alternativa Para...???",Jornal Boliviano De Ciencias. Volumen 8, Bolivia.
- Clavijo Mendoza, Juan Ricardo (2011.mayo)."Diseño y Simulación de Sistemas Microcontrolados en Lenguaje C" 1º edición. Colombia
- Fernández Fuentes, Miguel (2010.octubre)"Rol e Impacto Socioeconómico de las Energías Renovables en Área Rural de Bolivia". Ediciones CEDLA, Bolivia.
- Empresa nacional de telecomunicaciones (2012, octubre) "Mapa de Localidades con Cobertura 2G y 4G" obtenido de [www.entel.gov.bo](http://www.entel.gov.bo).
- Diario de circulación nacional "La Palabra" (2013,enero) "Aumenta la cobertura de electricidad y agua potable" pagina 13 obtenida de: [www.lapalabradelbeni.com.bo](http://www.lapalabradelbeni.com.bo)
- Boletín informativo (n.d),(2010)" Hogares por Disponibilidad de Energía Eléctrica, Según Área Geográfica, 2000 - 2009 " obtenida de : [www.ine.gob.bo](http://www.ine.gob.bo)

- Nebojsa Matic (2008) "The PIC Microcontrollers " Edición en línea obtenida de: [www.mikroe.com](http://www.mikroe.com)
- Bates, Martin (2004) "PIC Microcontrollers An Introduction to Microelectronics" segunda edición (Elsevier)



## ANEXO I

### MAPA DE POBLACION SIN ELECTRICIDAD EN BOLIVIA

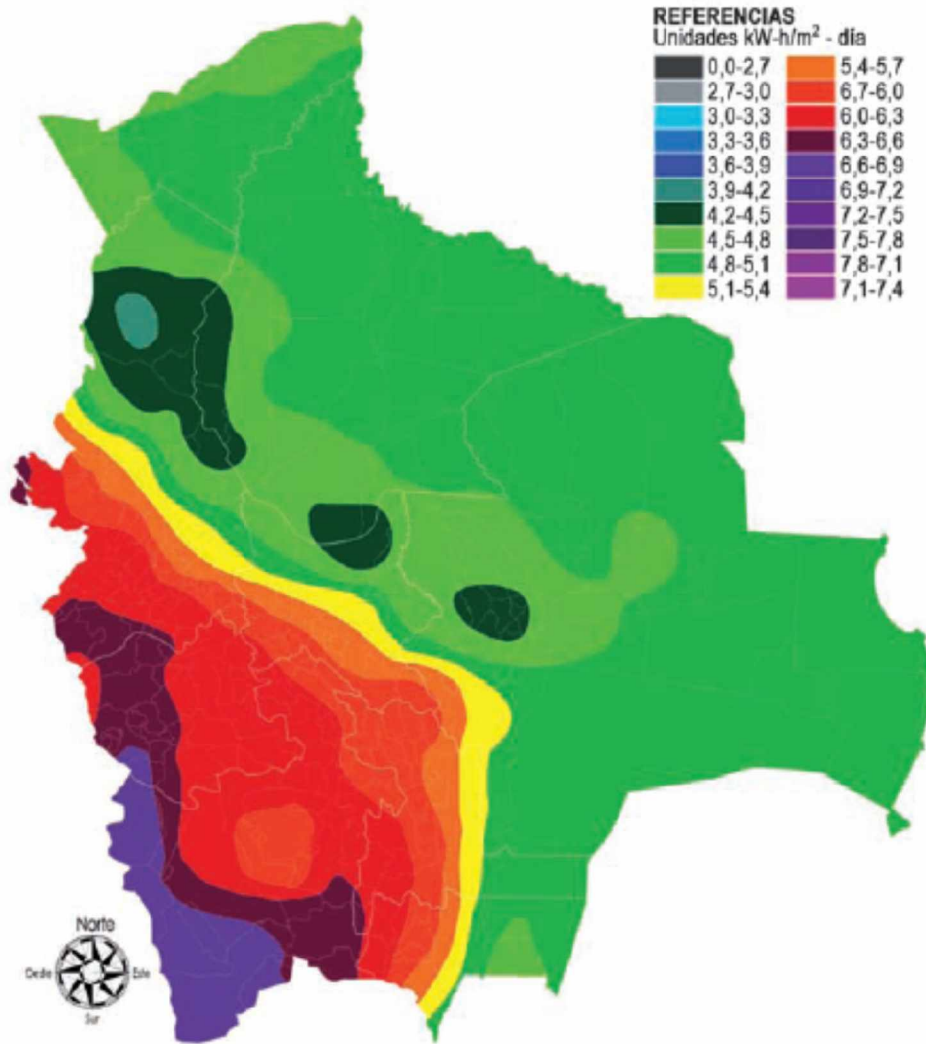


6

<sup>6</sup> Fernández Fuentes, Miguel (2010.octubre) "Rol e Impacto Socioeconómico de las Energías Renovables en Área Rural de Bolivia"

## ANEXO II

### MAPA DE RADIACION SOLAR MEDIA ANUAL PARA BOLIVIA (kWh/m<sup>2</sup> \* día)



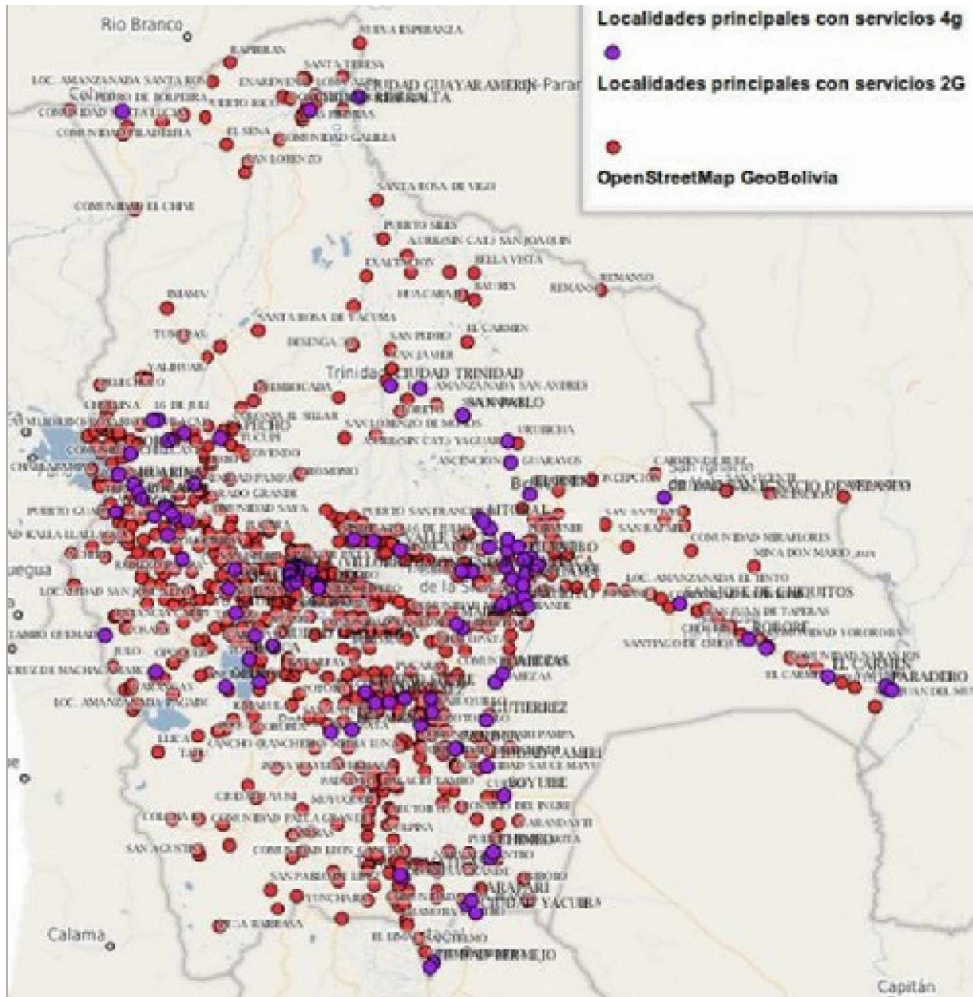
7

<sup>7</sup> Fernández Fuentes, Miguel (2010.octubre) "Rol e Impacto Socioeconómico de las Energías Renovables en Área Rural de Bolivia"



# ANEXOIII

## MAPA DE LOCALIDADES CON COBERTURA 2G Y 4G



<sup>8</sup> Empresa nacional de telecomunicaciones (2012, octubre) "Mapa de Localidades con Cobertura 2G y 4G" obtenido de [www.entel.gov.bo](http://www.entel.gov.bo).

## ANEXO IV

### CÓDIGO FUENTE

```
sbit LCD_RS at RB0_bit;  
sbit LCD_EN at RB1_bit;  
sbit LCD_D7 at RB5_bit;  
sbit LCD_D6 at RB4_bit;  
sbit LCD_D5 at RB3_bit;  
sbit LCD_D4 at RB2_bit;
```

```
sbit LCD_RS_Direction at TRISB0_bit;  
sbit LCD_EN_Direction at TRISB1_bit;  
sbit LCD_D7_Direction at TRISB5_bit;  
sbit LCD_D6_Direction at TRISB4_bit;  
sbit LCD_D5_Direction at TRISB3_bit;  
sbit LCD_D4_Direction at TRISB2_bit;
```

```
void make_batery(void);  
void out_batery(char fil,char col,char carac);
```

```
int conv,conv2,res,bat,por,porcentaje;  
int voltaje,entero,grados,dec;  
char buffer[7];  
char buffer2[7];  
char buffer3[7];
```

```

void main() {
    OSCCON=0B01101100;
    ANSEL=0B00000011;
    TRISA.RA0=1;
    TRISA.RA1=1;
    TRISB=0B000000000;
    lcd_init();
    lcd_cmd(_lcd_cursor_off);
    adc_init();
    make_batery();
    while (1)
    {
        conv=adc_read(0);
        conv2=adc_read(1);
        voltaje=conv;
        bat=conv;
        por=conv;
        entero=(voltaje*6)/1024;
        inttostr(entero,buffer);
        ltrim(buffer);
        lcd_out(1,1,buffer);
        lcd_chr(1,2,'V');
        delay_ms(100);
        dec=(bat*8)/1024;
        out_batery(1,10,dec);
    }
}

```



```

delay_ms(100);
grados=conv2*(0.48875);
inttostr(grados,buffer2);
ltrim(buffer2);
lcd_out(2,1,buffer2);
lcd_chr(2,3,0b11011111);
delay_ms(100);
porcentaje=((por*10)/1022)*10;
inttostr(porcentaje,buffer3);
ltrim(buffer3);
lcd_out(2,10,buffer3);
lcd_chr(2,13,'%');
delay_ms(100);
}
}
void out_batery(char fil,char col,char carac)
{
LCD_Chr(fil,col,carac);
}
void make_batery(void)
{
char batery[]={0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,31,
0,0,0,0,0,0,31,31,
0,0,0,0,0,31,31,31,

```



```

        0,0,0,0,31,31,31,31,
        0,0,0,31,31,31,31,31,
        0,0,31,31,31,31,31,31,
        14,14,31,31,31,31,31,31
    };
char i,carac,pos;
for(carac=0;carac<=7;carac++)
{
    pos=8*carac;
    LCD_Cmd(64+pos);
    for(i=0;i<=7;i++)
        LCD_Chr_Cp(batery[pos+i]);
}
}

```



## ANEXO V

### FOTOGRAFÍAS DEL CIRCUITO FISICO

