



# SISTEMA ELÉCTRICO PARA ESTACIÓN DE CARGA DE BATERÍAS DE CELULARES MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS USANDO PANELES SOLARES

Jonathan Steven Restrepo Betancur, Esneider Felipe Correa Pavas, Jefferson Alejandro Ruiz Rojas, Danny Alexander Machado Cardona, Laura Cristina Sánchez Mesa, Germán Enrique Ocampo Gómez, Adriana María Sánchez González

Corporación Universitaria Lasallista  
Caldas, Colombia

## Resumen

El proyecto se basa en la adecuación de un sistema, en la Corporación Universitaria Lasallista, apropiado para la carga de las baterías de los celulares y dispositivos electrónicos para comunicaciones con red inalámbrica ampliamente utilizados en la actualidad, cubriendo una necesidad actual sobre el uso de energías alternativas que promuevan el cuidado del medio ambiente. Para ello se requiere como primer paso, la creación del sistema eléctrico para una estación de carga, haciendo uso de energías renovables, específicamente de la energía solar, lo cual resulta positivo desde los puntos de vista ambiental y económico. Se realizan pruebas de concepto con variaciones en las cantidades y la disposición de paneles solares, midiendo voltajes y amperajes que permiten determinar la cantidad de dispositivos móviles que pueden ser cargados en virtud de las características del sistema eléctrico.

**Palabras claves:** sistema eléctrico; paneles solares; dispositivos electrónicos

## Abstract

*This project is based on construction of a proper system, to charge batteries for cell phones and electronic devices, which is located in Corporación Universitaria Lasallista campus (Caldas, Colombia). Electronic devices for communication purpose, using wireless networks, are widely used around the world, covering a current need about use of alternative energy, which incentives generation of friendly environments. To achieve*

*this purpose, is required as first step, the creation of electric system for charge station, using renewable types of energy, specifically solar energy, which is positive from economical and environmental points of view. Conceptual tests are made, making variations in quantities and location of solar panels, measuring voltages and amperages, to determine proper amount of wireless devices that can be charged according to electric system features.*

**Keywords:** *electric system; solar panels; electronics devices*

## 1. Introducción

Actualmente, el uso de telefonía móvil es el medio de comunicación más usado para fines personales. Específicamente por la naturaleza de la Corporación Universitaria Lasallista, la comunicación para fines laborales y académicos se hace necesaria. Una de las grandes desventajas que poseen los dispositivos móviles, recae en sus baterías. Resulta necesario cargar las baterías de manera constante, debido al poco tiempo de su duración, en función del uso que se dé a los dispositivos. Sin embargo, dentro de las instalaciones de la Corporación, no existe un lugar adecuado para la recarga de las baterías de los celulares. Pensando en ello, surge la idea de la creación de un sistema eléctrico para una estación de carga, haciendo uso de la energía solar, la cual es recomendable y viable desde los puntos de vista ambiental y económico.

El desarrollo de un sistema eléctrico para la implementación de un modelo de estación de carga en la Corporación Universitaria Lasallista mediante la utilización de energías alternativas, contribuye a la solución del problema actual de la falta de alimentación de energía, que se presenta para la Comunidad Universitaria, el cual hace que sus miembros no dispongan de un lugar adecuado para la alimentación de sus dispositivos móviles, necesarios para sus actividades laborales y académicas. Como beneficio adicional, se tiene que esta implementación contribuye al sostenimiento del medio ambiente, por tratarse del uso de energías renovables, lo cual contribuye al ahorro económico en el consumo de energía eléctrica de la Corporación.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Crear el sistema eléctrico para la implementación en una estación de carga de baterías utilizando paneles de energía solar.

### 2.2 Objetivos específicos

- Diseñar el sistema eléctrico de una estación de carga de dispositivos móviles en la Corporación Universitaria Lasallista.
- Realizar pruebas de concepto del sistema eléctrico y validar su funcionamiento para una estación de carga.

- Analizar resultados obtenidos y hacer ajustes para la implementación de una estación de carga.

### 3. Marco Teórico

El teléfono móvil o teléfono celular es un dispositivo inalámbrico electrónico para acceder y utilizar los servicios de una red de telefonía móvil. Se denomina también celular en la mayoría de países latinoamericanos debido a que el servicio funciona mediante una red de celdas, donde cada antena repetidora de señal es una célula, si bien también existen redes telefónicas móviles. Los teléfonos celulares se han convertido en una parte integral de nuestra vida y parece casi imposible imaginar ahora el mundo sin ellos. La telefonía móvil se ha transformado hasta hoy, en un instrumento muy útil debido a la fácil comunicación entre las personas, además de que los celulares cuentan con distintas aplicaciones que pueden facilitar diversas labores cotidianas.

A partir del siglo XXI, los teléfonos móviles han adquirido funcionalidades que van mucho más allá de limitarse sólo a llamar o enviar mensajes de texto, pues han incorporado funciones como agenda electrónica, reloj despertador, calculadora y radio portátil, al punto de causar la obsolescencia de varios de ellos, y otras funciones como cámara de fotos, cámara de video, consola de videojuegos portátil, micro-proyector, GPS o reproductor multimedia; a este tipo de evolución del teléfono móvil se le conoce como teléfono inteligente o Smartphone. Con ellos, es posible realizar una multitud de acciones en un dispositivo portátil que llevan consigo un gran número de habitantes de países desarrollados y un número creciente de habitantes de países en desarrollo.

La evolución del teléfono móvil ha permitido disminuir su tamaño y peso, se han desarrollado pantallas más nítidas y de colores y se ha incorporado software más amigables, lo que ha hecho del teléfono móvil un elemento muy apreciado en la vida moderna. Sin embargo, este dispositivo funciona con baterías que se cargan con electricidad. La batería eléctrica es un artefacto que acumula o almacena energía a través de procesos electroquímicos y permite devolverla luego para ser usada. Este tipo de baterías, también conocidas como acumuladores, trabajan como generadores secundarios de electricidad ya que su funcionamiento depende de una carga eléctrica previa mediante cables conectados a tomacorrientes u otro mecanismo de carga.

“Con el impulso que ha ganado la comunicación inalámbrica actualmente, por ejemplo el Wi-Fi y el Bluetooth, los cables de alimentación son ahora el único límite que tienen los dispositivos para convertirse en realmente portátiles” (Pérez, 2010).

Las baterías eléctricas de los teléfonos móviles, son baterías de iones de litio, también denominadas batería Li-Ion. Esta batería es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que

procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada resistencia a la descarga, junto con el poco efecto memoria que sufren o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido diseñar acumuladores livianos, de pequeño tamaño y variadas formas, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica (Marshall, 2015). Desde la primera comercialización de un acumulador basado en la tecnología Li-ion a principios de los años 1990, su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música.

Sin embargo, a pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para el almacenaje de energía, pues tiene varios defectos entre los que se encuentra su duración. La duración de la carga de la batería depende de la cantidad de carga que almacenen y de la cantidad de su uso. Este hecho evidencia la necesidad de recargar constantemente las baterías de los teléfonos móviles y del gran impacto ambiental que esto genera, con la utilización de energías no renovables. Si se requiere pensar en energías alternativas para este fin, la energía solar resulta en una muy buena opción pues es una energía que no contamina, que es inagotable y que no contribuye al cambio climático.

Una de las grandes ventajas es que, al igual que la energía eólica, la energía solar ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar a las plantas termoeléctricas a base de combustibles fósiles (que para producir energía eléctrica emiten a la atmósfera CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes), por lo que está considerada como una fuente de energía ecológica (Flores, 2013).

El principio básico de funcionamiento de estas estaciones generadoras de energía se debe a los paneles solares, como los que se muestran en la ilustración 1, los cuales están compuestos por pequeñas celdas de silicio cristalizado sobre los cuales los rayos solares caen para transformarse en energía eléctrica (Tames. 2012).

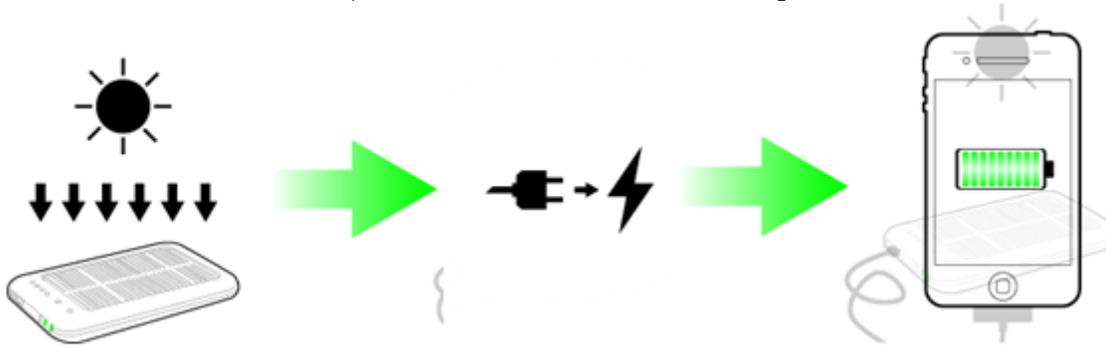
Ilustración 1. Paneles solares.



Fuente: [http://www.elvuelodelfenix.com/revista/articulos/ciencia/panel\\_solar.htm](http://www.elvuelodelfenix.com/revista/articulos/ciencia/panel_solar.htm)

El funcionamiento es que estas celdas de silicio cristalizado al ser "golpeados" por los fotones de la luz del sol, entran en un estado de "excitación", liberando electrones y generando una corriente. Luego, dicha corriente es la que se utiliza para alimentar aparatos electrónicos, por medio de lo que podría denominarse cargador solar. El esquema de funcionamiento es el que se muestra en la ilustración 2.

Ilustración 2. Esquema de funcionamiento de un cargador solar.



Fuente: Adaptado de <http://www.cargador-solar.com/images/stories/como-funciona-cargador-solar.png>

Los componentes esenciales para el funcionamiento de cargador solar son básicamente tres:

- Las placas solares que son las que se encargan de transformar la luz solar en electricidad.
- Las baterías que sirven para almacenar la energía eléctrica producida por las placas solares, según el tipo que lleve instalado el cargador podrá ofrecer voltajes y amperes diferentes.
- Circuitos eléctricos, unen las placas solares y baterías, sirven como un control para el funcionamiento del resto de componentes. También proveen la salida de la carga eléctrica de las baterías hacia otro dispositivo a través de diferentes conectores.

Uno de los ejemplos de cargadores solares de mayor uso popular son los cargadores solares públicos, instalados de forma permanente en lugares públicos, como parques, plazas y calles, que los transeúntes pueden utilizar de forma gratuita, incluso en caso de catástrofe. A nivel mundial, la tendencia de crear tecnología amigable con el medio ambiente está creciendo a ritmo acelerado y actualmente existen proyectos que utilizan la energía renovable como fuente para alimentar las estaciones de carga en lugares públicos.

A nivel internacional, en Estados Unidos fue creada una estructura denominada Strawberry Tree, que cuenta con un inmenso panel solar de 530 W en su parte superior (ilustración 3) que recolecta energía solar que después es convertida en energía eléctrica para cargar varios celulares al mismo tiempo. Además, tiene conexión Wi-Fi y un mobiliario que lo complementa. También, el MIT desarrolló sillas inteligentes llamadas Seat- E, que cuentan con paneles solares que recolectan energía. El ciudadano puede sentarse cómodamente mientras su móvil se carga.

Ilustración 3. Estación de carga Strawberry Tree en Estados Unidos.



Fuente: <http://senergy.rs/proizvodi/strawberry-drvo/?lang=en>

A nivel nacional, Las Empresas Públicas de Medellín, son pioneros en proyectos que utilizan la energía renovable en estaciones de carga para smartphones. EPM instaló unas Zonas Verdes de recarga en distintos puntos de la capital de Antioquia, como el Parque de los Pies Descalzos, el Parque Explora y el centro comercial Santafé, entre otros, como se observa en la Ilustración 4. Estas estaciones tienen forma de girasol y cuentan con un panel solar que recolecta la energía necesaria para proveer electricidad a distintos dispositivos a la vez.

Ilustración 4. Estaciones de carga de Las Empresas Públicas de Medellín en Antioquia.



Fuente: <https://www.epm.com.co/site/Home/SaladePrensa/Noticiasynovedades/EPMponealserviciodelacomunidadnuevasZonasVerdesdeRecarga.aspx>

#### 4. Materiales y Métodos

Para comenzar con el diseño de sistema eléctrico para la estación de carga de baterías de celulares mediante el aprovechamiento de energías alternativas usando paneles solares, se hizo necesario realizar previamente una lista de materiales, necesarios para llevar a cabo esta actividad. La lista de materiales necesarios son los

siguientes: Paneles solares, cableado, interruptores, batería, terminales eléctricas, cinta aislante, fusibles, contadores, reguladores, condensadores, manómetro y disipadores de calor. Las cantidades de estos materiales son variables, pues estas están en función de los resultados que se van obteniendo durante las pruebas de concepto.

En la Ilustración 5, se pueden observar algunos de los componentes más importantes para la toma de algunos datos iniciales, entre estos componente se encuentra un panel solar cuyas especificaciones se observan en la Ilustración 6.

Ilustración 5. Componentes principales para la medición de datos.



Fuente: Registro autores, Abril 27 de 2015

Ilustración 6. Especificaciones de panel solar, usado en la medición de datos.

ZYTECH SOLAR	
Model	ZT3P
Maximum Power(Pm)	3 W
Power tolerance	±5 %
Open-circuit voltage(Voc)	21.62 V
Short-circuit current(Isc)	0.26 A
Voltage at Pmax(Vmp)	18.11 V
Current at Pmax(Imp)	0.17A
Weight	1.0 kg
Module dimension	274 × 209 × 18 mm
Fuse rating	1A
Maximum system voltage	1000 V
Temp coefficient of Voc	- (70 ± 5) mV / °C
Temp coefficient of Isc	+ (0.065 ± 0.015) % / °C
Temp coefficient of Power	- (0.5 ± 0.05) % / °C

All technical data at Standard test condition AM=1 S. E=1000W/m² Tc=25°C

CE IEC IEC61215 IEC61730

Fuente: Registro autores, Abril 27 de 2015

En la metodología para el desarrollo del proyecto, se plantearon diferentes fases entre las que se encuentran la revisión bibliográfica, el mapeo de tecnologías y la evaluación de diferentes alternativas. Partiendo de ello, se ha procedido entonces con la fase siguiente que corresponde al diseño de sistema eléctrico, pruebas de concepto y análisis de los resultados.

## 5. Resultados preliminares y resultados esperados

Los resultados que se esperan al final con el desarrollo de este proyecto, y que están relacionados con nuevos desarrollos tecnológicos son, tanto el diseño como la

construcción de un sistema eléctrico que pueda ser implementado en una estación de carga de baterías de celular u otros dispositivos móviles, que trabaje con paneles solares para el aprovechamiento de energías alternativas como la energía solar.

En la ilustración 7, se puede observar al equipo investigador realizando mediciones iniciales con un panel solar comercial. Los datos obtenidos se presentan a continuación en la tabla 1.

Ilustración 7. Medición de datos iniciales con panel solar, por parte del equipo investigador.



Fuente: Registro autores, Abril 27 de 2015

Tabla 1. Datos obtenidos de las mediciones iniciales con panel solar.

Fecha y hora de la actividad	Temperatura ambiente	Ubicación del panel solar	Amperaje
Abril 27 de 2015 a las 2:46 pm Inicio de la exposición del panel a la radiación del sol	23°C	45° respecto al occidente	45-190 dependiendo de la intensidad del sol
Tiempo de la medición		Medición de voltaje (V)	
Pasado 1 min		20,6 – 20,4	
Pasados 1 min, 30 seg		20,4 – 20,3	
Pasados 2 min		20,2 – 20,1	
Pasados 2 min 30 seg		20,1 – 18,2	
Pasados 3 min		18,2 – 19,7	

Tabla 2. Datos obtenidos de nuevas mediciones con panel solar a diferentes horas del día.

Fecha y hora de la actividad	Abril 28 de 2015 (9 a 11 a.m)				
	Medición de voltaje (V)				
Tiempo de la medición	9:00 am	9:30 am	10:00 am	10:30 am	11:00 am
Pasados 30 seg	19,9 – 20,0	19,8	19,9	18,9	19,4
Pasado 1 min	20,0	19,9	19,8	19,6	19,3
Pasados 1 min, 30 seg	20,0	20,1	19,7	19,6	19,3
Pasados 2 min	20,0	20,4	19,7	19,8	19,3
Pasados 2 min 30 seg	20,0	20,4	19,5	19,5	19,3
Pasados 3 min	19,9	20,4	19,7	19,7	19,3
Pasados 3 min 30 seg	19,9	20,3	19,6	19,7	19,3
Pasados 4 min	19,9	20,4	19,5	19,5	19,3
Pasados 4 min 30 seg	19,9	20,4	19,6	19,4	19,3
Pasados 5 min	19,9	20,3	19,6	19,6	19,3

Fecha y hora de la actividad	Abril 28 de 2015 (11:30 a.m a 1:30 p.m)				
	Medición de voltaje (V)				

Tiempo de la medición	11:30 am	12 m	12:30 pm	1:00 pm	1:30 pm
Pasados 30 seg	18,4	19,8	20,7 - 20,4	19,9	19,2
Pasado 1 min	18,5	19,8	19,3	19,8	19,3
Pasados 1 min, 30 seg	18,4	19,8	19,2	19,7	19,3
Pasados 2 min	18,4	19,4	19,3	19,6	19,2
Pasados 2 min 30 seg	18,3	19,6	19,2	19,6	19,3
Pasados 3 min	18,3	19,8	19,2	19,4	19,3
Pasados 3 min 30 seg	18,2	19,8	19,2	19,2	19,4
Pasados 4 min	18,3	19,8	19,5	19,3	19,4
Pasados 4 min 30 seg	18,4	19,8	20,3	19,1	19,2
Pasados 5 min	18,6	19,8	19,3	19,1	19,2

## 6. Análisis de resultados

Cuando sobre el panel se coloca algún objeto que impida la incidencia del sol sobre éste, el voltaje que se registra es de 0, actividad sencilla con la que se comprueba el correcto funcionamiento del panel solar. Sin embargo, cuando se realizan variaciones en el ángulo de ubicación del panel respecto a la posición del sol, la diferencia en el voltaje es mínima en relación al voltaje medido cuando el panel está opuesto al sol.

Se ha determinado parcialmente, que sobre los valores de los voltajes medidos, no influye tanto la temperatura, sino la exposición del sol. Se pretende repetir estos procedimientos en diferentes horas de la tarde y de la mañana. Igualmente se aprecia que los valores han fluctuado entre 18,2 y 20,7 V, lo que muestra la estabilidad de la medición obtenida. También se ha apreciado que el panel es muy sensible ante la interferencia de cualquier objeto que se oponga a la luz solar.

## 7. Referencias

- Cómo funciona un cargador solar. Consultado el 11 de marzo de 2015 en <http://www.cargador-solar.com/images/stories/como-funciona-cargador-solar.png>
- EPM Zonas verdes de recarga. Consultado el 10 de marzo de 2015 en <https://www.epm.com.co/site/Home/SaladePrensa/Noticiasynovedades/EPMponealserviciodelacomunidadnuevasZonasVerdesdeRecarga.aspx>
- Flores, R. (2013). Con el viento a nuestro favor: energía eólica segura y viable. pp. 72-76.
- Marshall, B. (2015). How Lithium-ion Batteries Work. Consultado el 11 de marzo de 2015 en <http://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/lithium-ion-battery.htm>
- Paneles solares. Consultado el 10 de marzo de 2015 en [http://www.elvuelodelfenix.com/revista/articulos/ciencia/panel\\_solar.htm](http://www.elvuelodelfenix.com/revista/articulos/ciencia/panel_solar.htm)
- Pérez, J. D. (2010). ELECTRICIDAD INALÁMBRICA. Trabajo de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira. pp.1-59.
- Strawberry tree. Consultado el 10 de marzo de 2015 en <http://senergy.rs/proizvodi/strawberry-drvo/?lang=en>

- Tames, E. S. (2012). Qué son los Paneles Solares y Para Qué Sirven. Consultado el 12 de marzo de 2015 en <http://www.reeditor.com/columna/4158/18/ingenieria/que/son/paneles/solares/y/que/sirven>

### Sobre los Autores

- **Jonathan Steven Restrepo Betancur:** Estudiante de Ingeniería Industrial. [jonathanrestrepo@ulasallista.edu.co](mailto:jonathanrestrepo@ulasallista.edu.co)
- **Esneider Felipe Correa Pavas:** Estudiante de Ingeniería Industrial. [esnecorrea@ulasallista.edu.co](mailto:esnecorrea@ulasallista.edu.co)
- **Jefferson Alejandro Ruiz Rojas:** Estudiante de Ingeniería Industrial. [jefruiz@ulasallista.edu.co](mailto:jefruiz@ulasallista.edu.co)
- **Danny Alexander Machado Cardona:** Estudiante de Ingeniería Industrial. [damachado@ulasallista.edu.co](mailto:damachado@ulasallista.edu.co)
- **Laura Cristina Sánchez Mesa:** Estudiante de Ingeniería Industrial. [laurasanchez@ulasallista.edu.co](mailto:laurasanchez@ulasallista.edu.co)
- **Germán Enrique Ocampo Gómez:** Ingeniero Industrial. Magíster en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Industrial. Docente de tiempo completo en Ingeniería Industrial. [gerocampo@lasallistadocentes.edu.co](mailto:gerocampo@lasallistadocentes.edu.co)
- **Adriana María Sánchez González:** Ingeniera de Materiales. Magíster en Ciencias de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales. Asesora Técnica en Investigación en Ingeniería Industrial. [adsanchez@lasallistadocentes.edu.co](mailto:adsanchez@lasallistadocentes.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)