

## Control for the operation of a smart photovoltaic charging station

### Control para la operación de una estación de carga inteligente fotovoltaica

#### Autores:

Méndez-Coellar, Carlos Andrés  
Universidad Católica de Cuenca  
Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica  
Cuenca – Ecuador



[carlos.mendez.03@est.ucacue.edu.ec](mailto:carlos.mendez.03@est.ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0007-0820-2538>

Dután-Rojas, Anthony Rafael  
Universidad Católica de Cuenca  
Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica  
Cuenca – Ecuador



[anthony.dutan.75@est.ucacue.edu.ec](mailto:anthony.dutan.75@est.ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0009-3198-0770>

Moscoso-Bernal, Santiago Arturo  
Universidad Católica de Cuenca  
Laboratorio de Gestión de Calidad Educativa  
Docente de la Carrera de Ingeniería Eléctrica  
Cuenca – Ecuador



[smoscoso@ucacue.edu.ec](mailto:smoscoso@ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-7647-1111>

Citación/como citar este artículo: Dután Rojas, Anthony, Méndez Coellar, Carlos y Moscoso Bernal, Santiago (2023).  
Control para la operación de una estación de carga inteligente. MQRInvestigar, 7(2), 2579-2602.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.2579-2602>

Fechas de recepción: 17-JUL-2023 aceptación: 17-AGO-2023 publicación: 15-SEP-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

En este documento se presenta un prototipo de estación de carga para dispositivos portátiles, al que se empleó como principal fuente a la energía solar. Lo primero que se realizó es el listado de todos los aparatos que se va a implementar con sus respectivos consumos y tiempo de funcionamiento, de esos datos se realizó el cálculo y dimensionamiento general de la estación. Con los resultados obtenidos de los cálculos, se determinó los elementos necesarios para cubrir una parte de las necesidades existentes, implementar todos esos elementos, requiere una estructura que soporte las condiciones climáticas del año, considerando el clima que existe en la ciudad de Cuenta se realizó una estructura de hierro que fue diseñado en el programa SketchUp. Luego, en la estructura se realizó todo el montaje de los aparatos que incluye panel solar, regulador, batería, puertos usb, luminarias y sistema de control.

Después de haber realizado todo el montaje y comprobado su funcionamiento, se desarrolló un sistema de control para el tiempo de carga que dispondrán los usuarios, de manera general consiste en una máquina que recibirá botellas y este ofrecerá un tiempo de utilización del puerto usb aproximadamente de 10 minutos, esto funciona para todos puertos existentes. Por último, se incorporó el sistema de control en la estación de carga.

**Palabras clave:** Energía renovable; Sistema fotovoltaico; Estación de carga; Sistema de control; Microcontroladores.

## Abstract

This document presents a prototype of a charging station for portable devices, which was used as the main source of solar energy. The first thing that was done is the list of all the devices that are going to be implemented with their respective consumption and operating time, from these data the calculation and general dimensioning of the station was made.

With the results obtained from the calculations, the necessary elements were determined to cover a part of the existing needs, to implement all these elements, it requires a structure that supports the climatic conditions of the year, considering the climate that exists in the city of Account, it was carried out an iron structure that was designed in the SketchUp program. Then, in the structure, the entire assembly of the devices was carried out, including the solar panel, regulator, battery, USB ports, lights and control system.

After having carried out the entire assembly and verified its operation, a control system was developed for the charging time that users will have, in general it consists of a machine that will receive bottles and this will offer a usage time of the USB port of approximately 10 minutes, this works for all existing ports. Finally, the control system was incorporated into the charging station.

**Keywords:** Renewable energy, photovoltaic system, Charging station, Control system, microcontrollers.

## Introducción

Las energías renovables hacen uso de fuentes naturales inagotables, existen varias maneras de aprovechamiento, tal es el caso de los paneles solares, que produce energía eléctrica a partir de los rayos del sol (Morales et al., 2022); (Merchan & Moscoso, 2011). Los rayos solares son capaces de cubrir grandes extensiones del planeta tierra desde un país hasta una pequeña porción como son los parques. En los parques existe gran acumulación de personas lo que implica el uso de dispositivos recargables, pero en la mayoría de estos lugares no posee zonas estratégicas de carga.

El proyecto realizado se basa específicamente en el uso de la energía solar para implementarlo en un prototipo de estación de carga con el objetivo de verificar su factibilidad en espacios públicos aplicando un sistema de control e incentivando a la ciudadanía la progresiva aplicación de fuentes naturales como mejor opción en lugares públicos, hogares y zonas aisladas sin la necesidad de seguir con el método tradicional de adquisición de energía.

## Marco Teórico

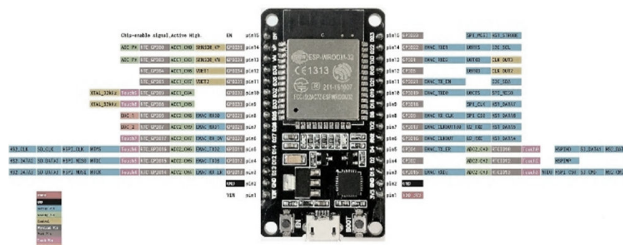
### 2.1. Características de los sistemas de control y generación

#### 2.1.1. Microcontrolador ESP32

La utilización de las placas ESP32 esta principalmente basado en diseños de prototipos para aplicaciones de lugares inteligentes, automatización, dispositivos portátiles, etc.

Figura 1

Microcontrolador DOIT ESP32 DEVKIT-V1



Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.1.1 Características

- Disponibilidad de un coprocesador de bajo consumo.
- Integración de tecnología Bluetooth en el dispositivo
- El ESP32 es un SoC (System on Chip) que integra el procesador de 32 bits.
- Cuenta con un amplio número de pines GPIO de 17 a 36.
- Su CPU Incluye dos núcleos, que se pueden controlarse individualmente.
- Presencia de doble núcleo hasta 240MHz.
- Hay 520 KB de SRAM (Static Random Access Memory) en chip para datos e instrucciones disponibles.

- La serie ESP32 es capaz de ejecutar sus propias aplicaciones a tiempo real.
- Disponibilidad de más canales para el conversor analógico digital (ADC).
- Disponibilidad de un conversor digital analógico (DAC).
- Presencia de sensores internos como sensores de temperatura y de efecto Hall.
- Posibilidad de encriptación hardware y de la memoria flash (Babiuch, Pert, & Smutny, 2019) (Herranz & Villadangos Carrizo, 2019)

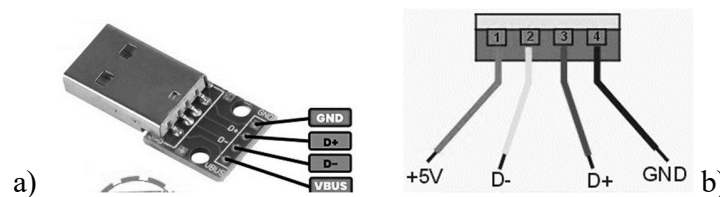
### 2.1.2. Adaptador USB

El adaptador USB (Universal serial bus) tiene 4 conectores y los cables USB llevan 4 hilos por su interior, estos adaptadores son de tipo macho y hembra, las cuales tienen los siguientes pines (S Zarea, 2008):

- Pin1: Tensión de +5V
- Pin2: Datos -
- Pin3: Datos +
- Pin4: Ground

**Figura 2**

a. PINOUT adaptador USB tipo A macho b. PININ adaptador tipo B hembra (Wei, Liu, & Hu, 2015).



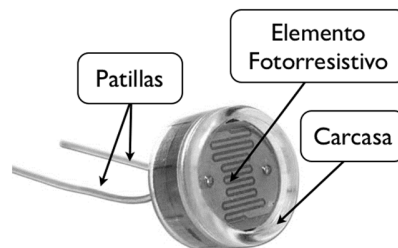
**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.3. Sensor LDR

El LDR o fotoresistor es una resistencia eléctrica la cual varía su valor en función de la cantidad de luz que incide sobre una superficie (Lansac Labarta, 1977).

**Figura 3**

Partes de un LDR.



**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.1.4. Motor paso a paso

Es un actuador electromagnético rotatorio que convierten mecánicamente entradas de pulsos digitales a movimiento rotatorio incremental.

**Figura 4**  
Motor a pasos



**Fuente:** Elaboración propia

La rotación del motor no solo tiene relación directa con el número de pulsos de entrada, sino también a la frecuencia de los pulsos (Canto, 2021).

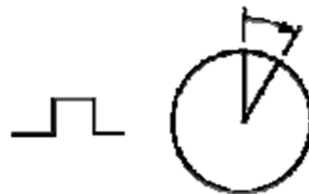
**Figura 5**  
El número total de pulsos es igual al número total de pasos



**Fuente:** Elaboración propia

Este tipo de motor es muy habitual en los dispositivos donde se desea realizar un control de velocidad o de posición en bucle abierto, típico de los sistemas de posicionamiento (Castillo, 2005).

**Figura 6**  
Un pulso es igual a un paso

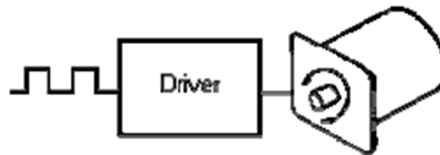


**Fuente:** (J Barragan, 2013)

Los motores pasos a paso no se caracterizan por ser muy rápidos, gracias a su funcionamiento lento, estos motores funcionan de manera normal sin escobillas, sin necesidad de mantenimiento y mayor vida útil (Yagüe, 2011).

**Figura 7**

Esquema de conexión Driver-Motor.



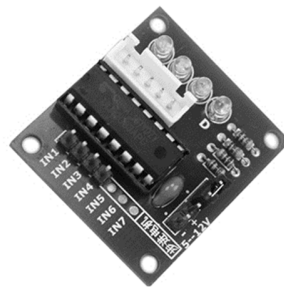
**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.5. Driver ULN2003

Esta placa es un controlador de motor paso a paso proporciona una interfaz de accionamiento directo entre su microcontrolador, la placa del controlador acepta un comando de cuatro bits de cualquier microcontrolador y, a su vez, aplica el pulso de potencia necesario para acelerar el motor (Ramamurthy, Bhargavi, & ShashiKumar, 2010).

**Figura 8**

Driver ULN2003



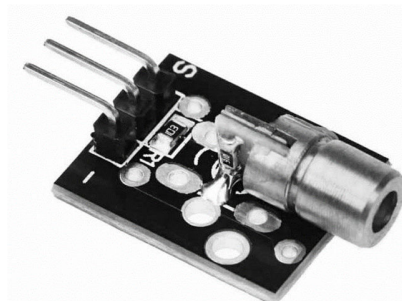
**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.6. Sensor laser módulo KY-008

El sensor laser módulo KY-008 es un emisor de luz láser de color rojo, cuenta con un cabezal de cobre para darle mayor resistencia y una disipación de calor que se produce por el láser (OÑA, 2019).

**Figura 9**

Sensor Laser módulo KY-008.



**Fuente:** Elaboración propia

Este módulo se utiliza para determinar la distancia de un objeto o la detección y/o alarma de movimiento (Cortés-Cortés, 2017).

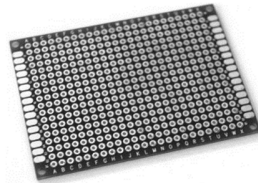
#### 2.1.6.1. Características

- Diodo laser de color rojo.
- Forma del laser:Punto .
- Longitud de onda: 650nm.
- Potencia:5W.
- Voltaje de operacion .
- Consumo de corriente: 27mA.
- Temperatura de opracion: -10°C a +40°C.
- Carcaza metálica.
- Diamtro de la caracterica: 6mm.

#### 2.1.7 Placas perforadas

Es una placa básica que posibilita experimentos con diferentes elementos electrónicos.

**Figura 10**  
Placa perforada



**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.1.8. Cables multipar

Este tipo de cable se utilizar para realizar las conexiones internas entre componentes electrónicos.

**Figura 11**  
Cable multipar



**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.1.9. Código de colores

Para identificar las fases de los conductores se debe utilizar el siguiente código de colores de acuerdo a la Tabla No.2.1 dada por la norma ecuatoriana de la construcción de instalaciones eléctricas(NEC).



**Tabla 1**

Código de colores

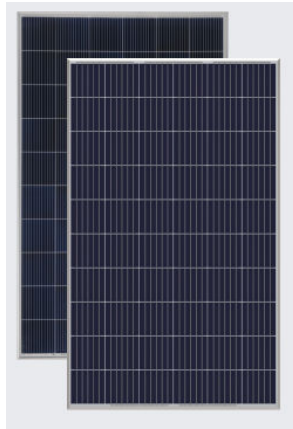
CÓDIGO DE COLORES	
CONDUCTOR	COLOR
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.1.10. Panel solar

El funcionamiento de los paneles solares se basa principalmente en la célula solar fotovoltaica que transforma la energía solar directamente en eléctrica utilizando energía fotoeléctrica (Carballo, 2016). La generación fotovoltaica es precisamente la propiedad que tienen ciertos materiales (por ejemplo, silicio) para generar corriente eléctrica cuando se encuentran sometidos a radiación solar. Ocurre cuando la energía de la luz solar (los fotones) "libera" electrones, creando un flujo de energía eléctrica (Romero Castillo, 2015).

**Figura 12.**  
**Panel solar policristalino de 280W**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **2.1.11. Batería**

Transforma la energía eléctrica que recibe en energía química a partir de la reacción que se produce cuando dos materiales diferentes, como los de las placas positiva y negativa, se sumergen en el electrolito, una solución de ácido sulfúrico y agua (Castillo Ramírez, Villada Duque, & Valencia Velásquez, 2014).

**Figura 13**  
Batería de plomo gel 12V/200Ah.



**Fuente:** Elaboración propia

#### **2.1.12. Controlador de carga Mppt.**

Un regulador solar MPPT (Maximum Power Point Tracking), es un convertidor electrónico de corriente corriente continua (CC) a corriente continua (CC) que optimiza el flujo eléctrico entre la matriz solar (paneles fotovoltaicos) y el banco de baterías (Laguado-Serrano, Luna-Paipa, Bustos-Marquez, & Sepulveda-Mora, 2019).

**Figura 14**

Controladores de carga Mppt de 50A/12/24V.



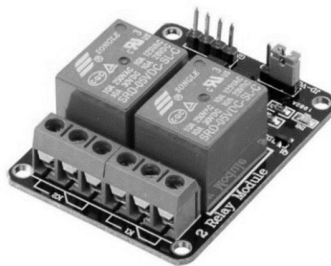
**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.13. MÓDULO RELAY 2CH 5VDC

Permite controlar cargas de alto voltaje con una señal pequeña. Son capaces de manejar cargas hasta 250V/10 A. Este módulo activa la salida normalmente abierta al recibir un 0 lógico(0V) y desactiva la salida con un 1 lógico(5V) (Aleksic, Razaghi, & Yu, 2009) [18].

**Figura 15**

Módulo relay 2ch 5vdc.



**Fuente:** Elaboración propia

## Material y métodos

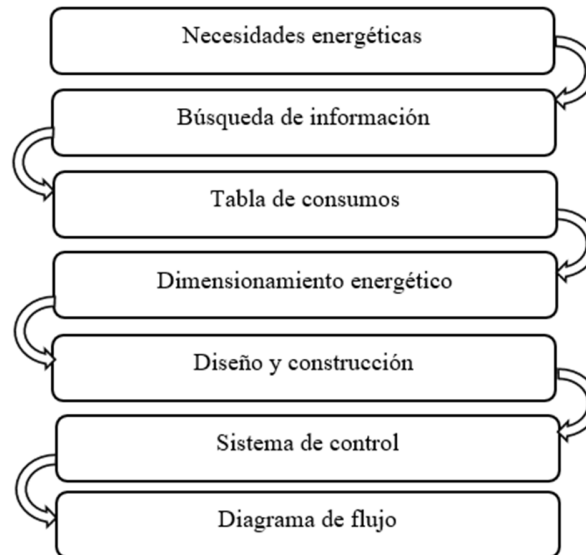
### 2.1. Metodología

Para todo este proceso de investigación se ha realizado revisiones en diferentes fuentes digitales, con la finalidad de conocer una manera de cubrir las necesidades energéticas en lugares públicos, realizando a construcción de una estación de carga para el beneficio colectivo.

La figura 15 representa el esquema base que se seguirá en este proyecto. Dentro de este esquema, la primera fase es para identificar las necesidades energéticas en lugares públicos; siguiendo con la fase 2 que es una revisión de información para elaborar un prototipo de estación de carga; en la fase 3 corresponde a la elaboración de una tabla de consumos; la fase 4 indicará los cálculos solares; la fase 5 es el diseño y construcción; la fase 6 corresponde a la implementación de un sistema de control en la estación de carga; y por último se indicará el funcionamiento mediante un diagrama de flujo. A continuación, se explicará cada una de las fases en que se fundamenta esta investigación:

**Figura 15**

Fases de la metodología para la estación de carga



**Fuente:** Elaboración propia

**Fase 1:** Necesidades energéticas: En esta fase se identificará las necesidades energéticas por parte de los ciudadanos en espacio públicos como es el caso de los parques.

**Fase 2:** Búsqueda de información: Esta fase está orientada a la consulta de la información, logrando de esa manera identificar diferentes aspectos relevantes que ofrecerá un aporte significativo para el control de la estación de carga.

**Fase 3:** Tabla de consumos: Para esta fase se menciona las cargas que se implementará en la estación, colocando la potencia de consumo y realizando una estimación de las horas de uso durante un periodo de tiempo determinado.

**Fase 4:** Dimensionamiento energético: En base a la tabla de consumos de la fase anterior se realiza el cálculo de los equipos y materiales necesarios para la estación de carga.

**Fase 5:** Diseño y construcción: Se elabora un diseño estructural mediante Google SketchUp 8, y de acuerdo con el diseño elaborado construirá la estación de Carga.

**Fase 6:** Sistema de control: Se colocará un sistema que servirá de condición para el tiempo de carga que dispondrán los usuarios.

**Fase 7:** Diagrama de flujo: Indicará el funcionamiento de todo el sistema de carga y control.

## 2.2. Materiales

Los materiales utilizados en el proyecto son:

- Regulador de carga
- Panel solar(280W)
- Placas perforadoras
- Sensor laser módulo KY-008

- Cables multipar
- Motor paso a paso
- Driver ULN2003
- Bateria gel 200Ah
- Sensor LDR
- Adaptador USB
- Luminarias(6W)
- Estructura de Hierro.
- Planchas de madera
- Puertos USB
- Microcontrolador ESP32
- Software Thonny IDE
- Módulo relay 2ch 5vdc.

## Resultados

### 4.1. Dimensionamiento energético

El aumento de la población y el avance de la tecnología ha producido una demanda energética en lugares públicos como parques, debido a que no existen fuentes de alimentación para los equipos electrónicos, es por eso factible realizar estaciones de carga que satisfagan las siguientes necesidades:

- Carga rápida en equipos portátiles.
- Carga de dispositivos que funcionan a corriente continua.

#### 4.1.1. Cuadro de consumos

En este apartado se realiza el cálculo de la energía que consumirá la estación de carga en función de los equipos.

**Tabla 2**  
Tabla de la energía total en función de los equipos.

ENERGÍA TOTAL					
EQUIPOS	Cantidad	Consumo c/u (W)	Consumo Gral (W)	Uso diario (h/día)	Consumo Máximo, OT (Wh/día)
Luminarias	2,00	6,00	12,00	12,00	144,00
USB	8,00	10,00	80,00	6,00	480,00
Máquina de botellas	1,00	10,00	10,00	6,00	60,00

**Energía**

**Total**

**684,00**

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 2 se tiene los siguientes datos:

1. Los equipos presentes en la estación de carga.
2. La cantidad de los equipos.
3. El consumo o potencia de cada equipo en vatios(W).
4. El consumo general que resulta del producto entre la cantidad y la potencia de cada equipo.
5. El número de horas de funcionamiento de los equipos dados en horas/día.
6. El consumo máximo del día que resulta del producto entre el consumo general y el número de horas de utilización al día, dado en Wh/día.

Este cálculo da un resultado de consumo total de 684Wh/día.

**4.1.2. Panel solar**

- Para realizar el dimensionamiento del panel solar partimos de los datos de la tabla 3 y tabla 4 y de la Ec.1.

**Tabla 3**

Datos del panel policristalino

<b>Data</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>
Potencia máxima	280	W
Voltaje máximo pico	31,3	V
Corriente máxima pico	8,95	A

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 4**

Datos energéticos

<b>Data</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>
Energía día	684	Wh/día
Hora solar	4	

**Fuente:** Elaboración propia

$$\# \text{ panele} = \frac{\text{Energía día} * 1.3}{\text{Horas sol} * \text{Potencia del panel}} \quad \text{Ec.1}$$

- El número de paneles



$$\# \text{ panele} = \frac{684W * 1.3}{4 * 280W}$$

$$\# \text{ panele} = 0.80 \text{-----} 1$$

De acuerdo con el cálculo necesitaremos solamente un panel.

#### 4.1.3. Batería

- Para realizar el dimensionamiento de la batería nos vamos en los datos de la tabla 5 y de las Ec.2 y Ec.3.

**Tabla 5**  
 Datos energéticos de la batería.

Data	Value	Unit
Energía día	684	Wh/día
Días de autonomía	2	
Descarga	0,7	
Voltaje del banco	12	V

**Fuente:** Elaboración propia

$$I \text{ banco} = \frac{\text{Energía día}}{\text{Voltaje del banco}} \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Banco} = \frac{\text{Días de autonomía} * I \text{ banco}}{\text{Descarga}} \quad \text{Ec. 3}$$

- Cálculo de la corriente del banco:

$$I \text{ banco} = \frac{684Wh/día}{12V}$$

$$I \text{ banco} = 57Ah$$

- Cálculo del banco de baterías:

$$\text{Banco} = \frac{2 * 57Ah}{0,7}$$

$$\text{Banco} = 162,85Ah$$

De acuerdo con el mercado se ha seleccionado una batería de 200Ah de tipo gel.

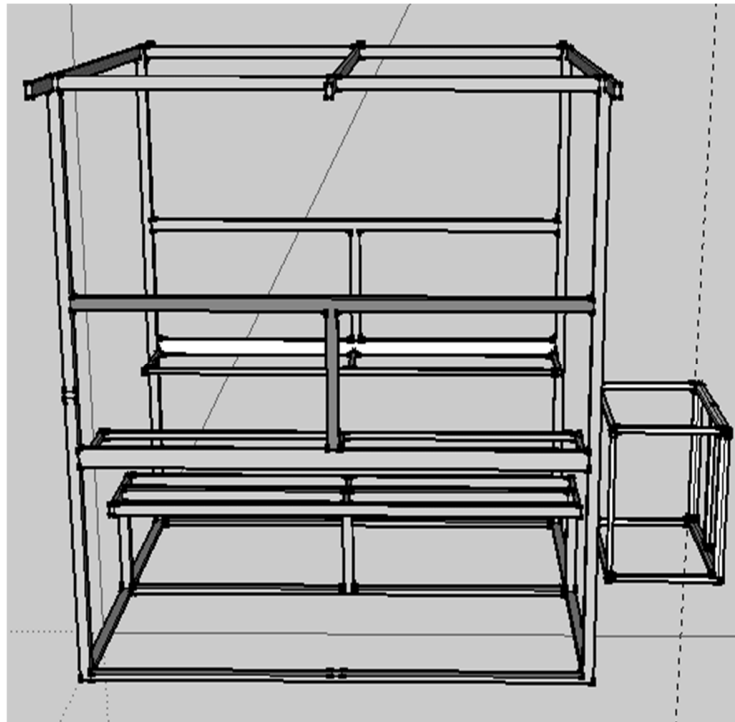
## 4.2. Diseño y construcción

### 4.2.1. Diseño

Mediante el programa de Google SketchUp 8 se ha elaborado la estructura que tendrá la estación de carga.

**Figura 16**

Diseño de la estructura de la estación de carga



**Fuente:** Elaboración propia

*Descripción:*

- Banca central de 2m de largo con 35cm de ancho.
- Dos mesas de largo y 30cm de ancho.
- La altura de toda la estructura es de 2m, largo de 2m y el ancho 1,50m.
- Una caja se seguridad de 66cm de largo, 22cm de ancho y 64cm de alto.

**4.2.2. Construcción de la estructura**

El material del que está realizada la construcción es hierro.



**Figura 17**

Construcción de la estación de carga



**Fuente:** Elaboración propia

La estructura tendrá los siguientes accesorios:

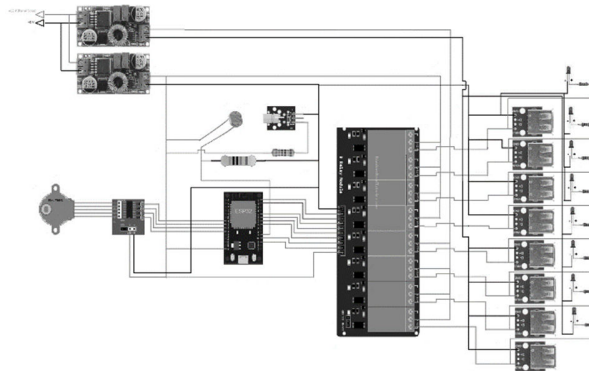
- Caja, Techo, bancas y paredes de maderas.
- 1 Batería de 200Ah.
- 1 Panel solar de 280W.
- 8 Puertos USB.
- 1 Controlador de carga.
- Máquina expendedora de energía.
- Recolector de botellas.
- 2 lámparas de tipo LED.

#### 4.2.3. Construcción de la máquina expendedora de energía

El esquema electrónico de construcción de la máquina expendedora de energía se muestra en la figura 18.

**Figura 18**

Esquema electrónico de la máquina expendedora de energía



**Fuente:** Elaboración propia

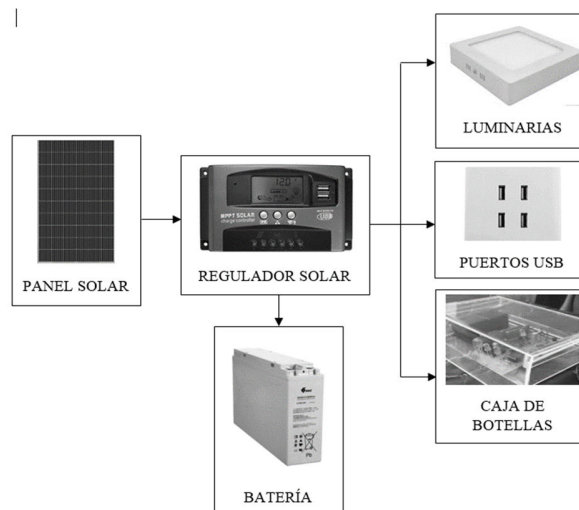
El esquema tiene las siguientes características:

- 8 puertos de carga USB.
- 8 Diodos LED.
- 10 resistencias.
- 2 Sensor laser módulo KY-008.
- Microcontrolador ESP32.
- 1 LDR.
- 1 Driver ULN2003.
- 1 Sensor relay.

#### 4.2.4. Esquema general de la estación

El esquema general de la estación se muestra en la figura 19, la cual cuenta con todas las partes principales de una estación de carga.

**Figura 19**  
Esquema general de la estación de carga



**Fuente:** Elaboración propia

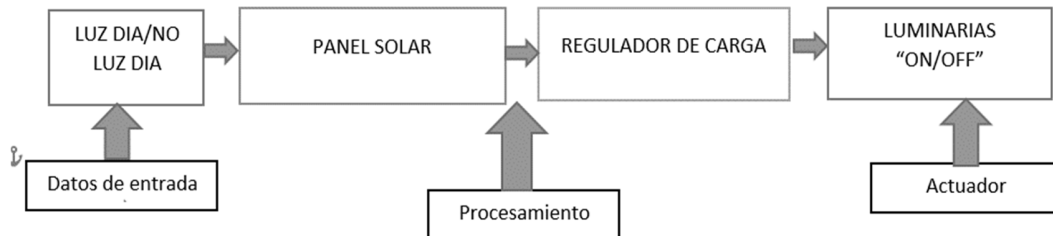
### 4.3. Sistema de control

#### 4.3.1. Sistema de control de las luminarias

El sistema de control de las luminarias del encendido y apagado depende la luz solar que llega al panel fotovoltaico, es decir, cuando el panel deja de recibir iluminación las luminarias se encienden cuando el panel empieza a recibir iluminación las luminarias se apagan, el encargado de remitir la señal es el regulador de carga, tal como se indica en el diagrama de bloques presente en la figura 20.

**Figura 20**

Diagrama de bloques del sistema de control de luminarias



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.1.1 Sistema de control de los puertos de carga

Se tiene el módulo laser y el LDR uno en frente de otro, el haz de luz que emite el módulo laser le llega al LDR. Cuando se pone una botella vacía en medio una parte del haz de luz del módulo se refleja, por tanto, le llega menos luz al LDR, entonces dentro del código se programa un rango permisible de nivel de luz, si la luz está dentro del rango de la programación, el microcontrolador activará el motor a pasos que a su vez este bajará la tapa que está encima del contenedor de la botellas, una vez que la botella llega a la superficie del contenedor la tapa vuelve a su posición inicial, una vez cumplida esta condición el microcontrolador lo que hace es activar el primer relay y este activará el puerto USB por 10 minutos y este proceso se repite para los 7 puertos USB restantes.

#### 4.4 Diagrama de bloques

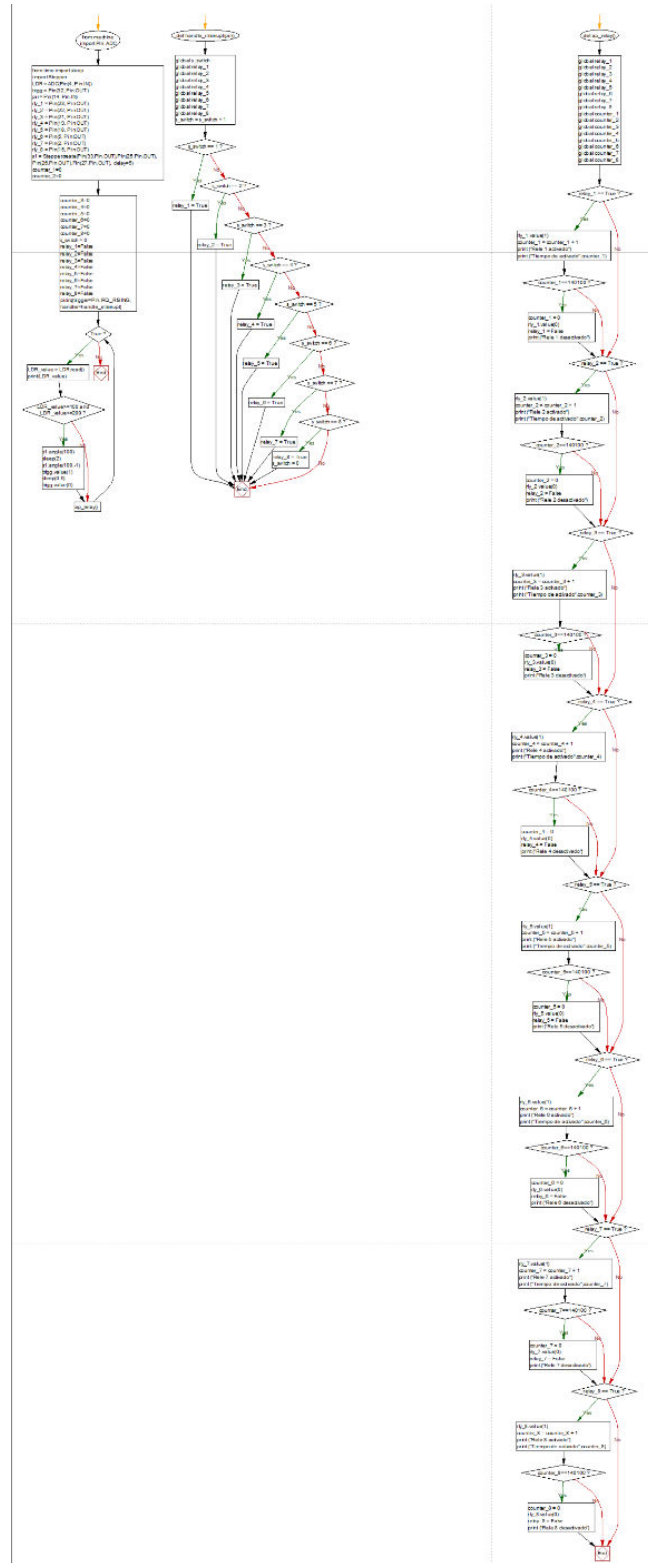
En este apartado se realiza un diagrama del funcionamiento de la estación de carga y sobre el código realizado para el funcionamiento del control del sistema.

##### 4.4.1. Código de programación

En este diagrama de flujo se presenta el código en lenguaje Python para el funcionamiento del sistema de control.

**Figura 21**

Diagrama de flujo de programación.



Fuente: Elaboración propia

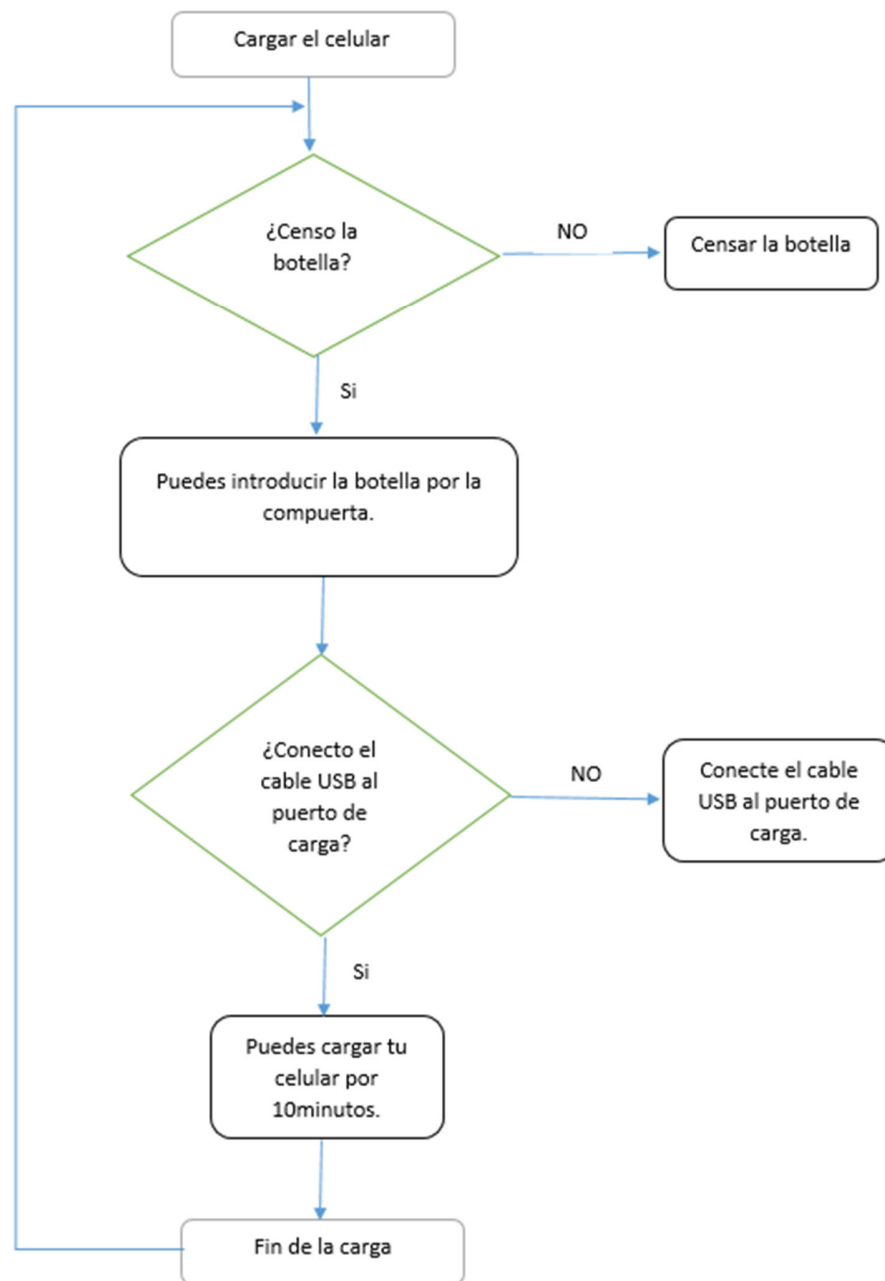


#### 4.4.2. Sistema de funcionamiento

En este diagrama de flujo se describe como el usuario deberá cargar su equipo móvil.

**Figura 22**

Diagrama de flujo para la utilización de la estación.



**Fuente:** Elaboración propia

## Conclusiones

- Este prototipo de sistema de carga cubre las con las necesidades de los ciudadanos para la obtención de energía en lugares que no lo disponen, además, en la parte ambiental incentiva al reciclaje de las botellas la cual es una problemática que lo estamos viviendo.
- Realizar esta estación de carga genera la idea de establecer más puntos de carga en las ciudades del país y por ende su implementación impulsaría el uso de energía limpia con el fin de disminuir la producción de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático.
- Las estaciones fomentan la incorporación de nuevas tecnologías relacionadas con el tema de almacenamiento y desarrollo de circuitos de administración que controlen el tiempo de carga. Adaptándose a las circunstancias sociales y laborales existentes.
- El dimensionamiento de la estación va en relación con el promedio de valores históricos de irradiación en la ciudad de Cuenca y según demanda energética en los espacios públicos la estación de carga posibilita la comodidad y fácil utilización.

## Recomendaciones

- Para futuros trabajos relacionados con este tipo de proyectos, se recomendaría la integración de más fuentes de energía renovable, ya que, la energía solar en ciertos lugares no es suficiente para cubrir con la demanda energética.
- Dependiendo de las condiciones del lugar donde se vaya a implementar este tipo de estación, se debería considera la posibilidad de incorporar un sistema seguidor de luz lo cual mejoraría considerablemente la producción de energía, pero teniendo en cuenta que el seguimiento se lo realizará solo en ciertos periodos de tiempo para no consumir toda la energía almacenada.
- Hacer uso de un inversor en los proyectos de estaciones de carga, genera mayor utilidad, específicamente para aparatos que funcionen en CA, además, esto posibilitaría al uso de un medidor bidireccional, asegurando la disponibilidad de energía en temporadas climáticas desfavorables y para el caso de generación excedente se lo enviará a la red.
- Antes de implementar una estación de carga, lo correcto es evaluar la fuente de energía natural que más les favorezca y adecuarse a las condiciones y medio de aprovechamiento.

## Referencias bibliográficas

- Aleksic, M., Razaghi, P., & Yu, W. (2009). *Capacity of a Class of Modulo-Sum Relay Channels*. Toronto, Canada.: IEEE Transactions on Information Theory.  
[https://www.comm.utoronto.ca/~weiyu/modulo\\_relay.pdf](https://www.comm.utoronto.ca/~weiyu/modulo_relay.pdf)



- Babiuch, M., Petr, F., & Smutny, P. (2019). *Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing*. Ostrava, Ostrava, Czech Republic: International Carpathian Control Conference (ICCC). <https://ieeexplore.ieee.org/document/8765944>  
doi:10.1109/CarpathianCC.2019.8765944
- Canto, C. (2021). *Motores de paso o Steppers Motors*. San Luis Potosí, México: Facultad de ciencias (Universidad Autónoma de San Luis Potosí).  
[http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microcontroladores/SLIDES\\_8051\\_PDF/21\\_MOTOR.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microcontroladores/SLIDES_8051_PDF/21_MOTOR.PDF)
- Carballo, G. A. (2016). *La importancia del uso de paneles solares en la generación*. Málaga, España: REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.,  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060616.html>
- Castillo Ramírez, A., Villada Duque, F., & Valencia Velásquez, J. A. (2014). *Diseño multiobjetivo de un sistema híbrido eólico-solar con baterías para zonas no interconectadas*. Bogotá, Colombia: Universidad de Antioquia.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2014000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000100007)
- Castillo, E. P. (2005). *Diseño de un control Backstepping para un motor de pasos*. eprints.uanl.mx. <http://eprints.uanl.mx/5566/1/1020151104.PDF>
- Cortés-Cortés, J.-A. (2017). *Evaluación de sensores para su conexión a tarjeta Arduino*. Jaén, España: Universidad de Jaén. pp 4-35.  
<https://es.scribd.com/document/426941338/Evaluacion-de-Sensores-Para-Su-Conexion-a-Tarjeta-Arduino>
- Herranz, Á. B., & Villadangos Carrizo, J. M. (2019). *Desarrollo de aplicaciones para IoT con el módulo ESP32*. Madrid, España: Universidad de Alcalá Escuela Politécnica Superior. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/35420>
- J Barragan, F. A. (2013). *Adaptador USB a LPT para la recuperación de equipos de rehabilitación*. edici.unlp.edu.ar.
- Laguado-Serrano, M. A., Luna-Paipa, E. A., Bustos-Marquez, L. F., & Sepulveda-Mora, S. B. (2019). *Performance comparison between PWM and MPPT*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.  
<https://www.redalyc.org/journal/849/84959429001/84959429001.pdf>
- Lansac Labarta, A. (1977). *Variación de la resistencia de una célula fotorresistiva (LDR) con la iluminación : práctica de física para 3º o COU*. Revista de bachillerato. 1977, n. 4 . <http://hdl.handle.net/11162/72823>
- Merchan Rumipulla, L. E., & Moscoso Bernal, S. A. (2011). Energías alternativas y su uso en viviendas alejadas de la red eléctrica. Universidad Católica de Cuenca.
- Morales, D. X., Berzosa, J., & Moscoso, S. (2022). Sustainable Architecture from Proper Recycling: Renewable Energy Integration and Housing Automation. In H. Altan, S. Sepasgozar, A. Olanrewaju, F. J. García Peñalvo, A. Gaetano Severino, T. Iyamu, & J. H. Lee (Eds.), *Advances in Architecture, Engineering and Technology* (pp. 203–208). Springer International Publishing.
- OÑA, R. O. (2019). *Desarrollo de un prototipo para el control y monitoreo automático del ingreso y salida de pasajeros en un bus interprovincial don alertas SMS*.  
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2103>



- Ramamurthy, B., Bhargavi, S., & ShashiKumar, R. (2010). *Stepper Motor 5V 4-Phase 5-Wire & ULN2003 Driver Board for Arduino*. Anantapur, Andhra Pradesh India : Citeseer.
- Romero Castillo, J. (2015). *Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y su utilización en las regiones de la costa y sierra del Ecuador. Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró*. Quito, Ecuador: UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. <http://hdl.handle.net/2099.1/26396>
- S wei, J. M. (2008). *Cargador USB Cargador rápido de carga rápida de la pared QC3. 0 3.0 Adaptador USB para portátil Mobile*. Revista de la Facultad de Ingeniería.
- Wei, J., Liu, W., & Hu, H. X. (2015). *Secure control protocol for universal serial bus mass storage devices*. Pekín: View Web of Science ResearcherID and ORCID (provided by Clarivate) - IET COMPUTERS AND DIGITAL TECHNIQUES.  
doi:10.1049/iet-cdt.2014.0196
- Yagüe, L. M. (2011). *CONTROL DE UN MOTOR PASO A PASO*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza (Escuela Universitaria, Ingeniería técnica Industrial).
- Zhang, S., Fan, L., Peng, M., & Poor, H. V. (2016). *Near-optimal modulo-and-forward scheme for the untrusted relay channel*. Pekín: IEEE Transactions on Informat.  
doi:10.1109/TIT.2016.2530080
- Morales, D. X., Berzosa, J., & Moscoso, S. (2022). Sustainable Architecture from Proper Recycling: Renewable Energy Integration and Housing Automation. In H. Altan, S. Sepasgozar, A. Olanrewaju, F. J. García Peñalvo, A. Gaetano Severino, T. Iyamu, & J. H. Lee (Eds.), *Advances in Architecture, Engineering and Technology* (pp. 203–208). Springer International Publishing.

1

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

---

<sup>1</sup> Proyecto derivado de investigación de la Universidad católica de Cuenca, carrera de Ingeniería Eléctrica.

