

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA



DISEÑO DE UN REGULADOR DE CARGA P.W.M PARA  
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Proyecto de Grado presentado para la obtención del Título de Licenciatura

POR: PATRICIO ALEXANDER CACERES SAMANIEGO

TUTOR: ING NESTOR S. MAMANI VILLCA

La Paz Bolivia

Agosto, 2018

## RESUMEN

Los sistemas de generación energía eléctrica por medio de paneles solares. Tienen la necesidad de almacenamiento para su uso en horas pero el hombre se vio en la necesidad de aprovechar esta energía en la noche y almacenarla en una batería eléctrica.

Es en este proceso donde de carga de los paneles hacia la batería donde entra el regulador de carga que será de tipo P.W.M o su tradición es modulación de ancho de pulso, con mejoras por las deficiencias de los actuales reguladores como la implementación de un display para mejorar la interfaz.

Además de la implementación de un microcontrolador que mejora su eficacia y eficiencia de un actual regulador. El control analógico de los operacionales será remplazado por control digital del micro Atmega-328. Con la solución planteada se mejorara la eficacia de los actuales reguladores.

## INDICE

CAPITULO 1	INTRODUCCION	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1	Identificación del problema	2
1.1.2	Formulación del problema	5
1.2	OBJETIVOS	5
1.2.1	Objetivo General	5
1.2.2	Objetivos Específicos	5
1.3	JUSTIFICACIÓN	6
1.4	LIMITES Y ALCANCES	6
1.4.1	Limites	6
1.4.2	Alcances	6
CAPITULO 2	MARCO TEORICO	7
2.1	INTRODUCCION	7
2.2	ANTECEDENTES	8
2.3	ELEMENTOS DE LAS I. S. F.	10
2.4	LA CELÚLA SOLAR	11
2.5	EL PANEL SOLAR	12
2.6	EL REGULADOR	12
2.7	ACUMULADORES Y TIPOS DE BATERIAS	14
2.7.1	Procesos De Carga Y Descarga Del Acumulador De Plomo	14
2.8	EL INVERSOR	16
2.9	EI REGULADOR M.P.P.T	17
2.10	EL REGULADOR PWM	19
2.11	EL MICROCONTROLADOR	20
2.12	RELE	21
2.12.1	Funcionamiento Del Relé	22
2.12.2	Módulo Relé Arduino	23
2.13	POTENCIOMETRO	24

2.14	DISPLAY .....	25
2.15	TECLADO MATRICIAL.....	27
2.16	DIODO.....	28
2.17	TRANSISTOR .....	29
2.17.1	Formulas del Transistor .....	31
2.18	COMUNICACIÓN BLUETOOTH.....	31
2.18.1	Módulo Bluetooth .....	33
2.18.2	Aplicación Ardudroid .....	34
2.19	BUZER .....	35
2.19.1	Esquema De Montaje.....	36
2.20	DIAGRAMA DE FLUJO .....	36
2.20.1	Como Hacer un Diagrama de Flujo .....	37
2.21	IDE DE ARDUINO .....	39
2.21.1	Entorno de Programación y Configuración.....	39
CAPITULO 3 INGENIERIA DEL PROYECTO .....		43
3.1	INTRODUCCION.....	43
3.2	PARAMETROS DE DISEÑO .....	43
3.2.1	Parámetros del Actuador de Carga y Descarga de la Batería ..	43
3.2.2	Parámetros de la Fuente de Alimentación .....	44
3.2.3	Parámetros de la Batería y Panel solar. ....	44
3.3	DISEÑO DE COMPONENTES .....	45
3.3.1	Diseño del Sensor de Carga y Descarga.....	45
3.3.2	Diseño de la Fuente de Alimentación .....	46
3.3.3	Diseño del Algoritmo del Arduino Nano .....	47
3.4	ESPECIFICACIÓN DE COMPONENTES .....	50
3.4.1	Arduino Nano .....	50
3.4.2	Regulador de Voltaje .....	50
3.4.3	Potenciómetro .....	51
3.4.4	Diodos.....	52
3.4.5	Transistor .....	53

3.4.6	Rele.....	53
3.4.7	Modulo HC-05.....	54
3.4.8	Buzzer.....	55
3.4.9	Display 1602A.....	55
3.5	ENSAMBLAJE DE REGULADOR PWM.....	56
3.5.1	Conexiones Arduino Nano – Display.....	56
3.5.2	Conexiones Arduino Nano – módulo relé.....	58
3.5.3	Conexiones Arduino Nano – Modulo Buzzer.....	59
3.5.4	Conexiones Arduino Nano – Preset.....	60
3.5.5	Conexiones Arduino Nano – Teclado Matricial 4x4.....	61
3.5.6	Conexión Arduino Modulo HC-05 Bluetooth.....	62
3.5.7	Conexión del Regulador LM7805.....	63
3.5.8	Conexiones Panel Solar.....	64
3.5.9	Conexiones Batería o Acumulador.....	65
CAPITULO 4	CCOSTOS DEL PROYECTO.....	66
4.1	INTRODUCCION.....	66
4.2	COSTOS DE MODULOS.....	66
4.3	COSTO DE MATERIALES.....	67
4.4	COSTOS DE MANO DE OBRA.....	67
4.4.1	Costo de Mano de Obra por Hora.....	68
4.5	COSTOS ACCESORIOS.....	68
4.6	OTROS COSTOS.....	68
4.7	COSTO TOTAL.....	69
4.8	ANALISIS COSTO BENEFICIO.....	69
CONCLUSIONES	.....	71
RECOMENDACIONES	.....	71
BIBLIOGRAFIA	.....	I
ANEXOS	.....	III
ANEXO 1	.....	III
ANEXO 2	.....	XIII

# Índice de Graficas

Grafica 2-1 Uso de la energía solar a nivel mundial.....	8
Grafica 2-2. Consumo total energético.....	9
Grafica 2-3. Histéresis en la carga-descarga del acumulador .....	15

# Índice de Figuras

Figura 1-1. Sistema fotovoltaico.....	2
Figura 1-2. Diagrama de Ishikawua .....	4
Figura 2-1. Partes de un Sistema fotovoltaico.....	7
Figura 2-4. Elementos de una I.S.F .....	10
Figura 2-5. Estructura de la célula solar.....	11
Figura 2-6. Constitución de un panel solar.....	12
Figura 2-7. Esquema de conexión del regulador en una instalación. ....	13
Figura 2-8. Inversor. ....	17
Figura 2-9. Regulador M.P.P.T .....	18
Figura 2-10. Regulador PWM. ....	19
Figura 2-11. Imágenes de un Arduino nano. ....	20
Figura 2-12. Pines del Arduino Nano .....	21
Figura 2-13. Partes del Relé .....	22
Figura 2-14. Reóstato .....	24
Figura 2-15. Potenciómetro Rotatorio .....	25
Figura 2-16. Display de 16x2 .....	26
Figura 2-17. Esquema del Teclado Matricial .....	28

Figura 2-18. Polarización del Diodo .....	29
Figura 2-19. Transistores .....	30
Figura 2-20. Pines de un Transistor .....	30
Figura 2-21. Corrientes en el Transistor .....	31
Figura 2-22. Redes Bluetooth .....	32
Figura 2-23. Módulos Bluetooth .....	33
Figura 2-24. Imagen de la Aplicación .....	35
Figura 2-25. Imagen de Buzzer .....	36
Figura 2-26. Símbolos Fundamentales .....	38
Figura 2-27. Programa de IDE Arduino .....	39
Figura 2-28. Zonas del IDE de Arduino .....	40
Figura 3-1. Circuito Divisor de Tensión .....	45
Figura 3-2. Regulador Monolítico .....	47
Figura 3-3. Algoritmo del Regulador P.W.M .....	48
Figura 3-4. Lógica de Descarga .....	49
Figura 3-5. Arduino Nano y Cable mini usb .....	50
Figura 3-6. Pines del Regulador 7805 .....	51
Figura 3-7. Potenciómetro Preset .....	52



Figura 3-8. Diodos .....	52
Figura 3-9. Transistor 2n2222.....	53
Figura 3-10. Módulo 2 Relé 10 Amperios.....	54
Figura 3-11. Módulo HC-05 .....	54
Figura 3-12. Módulo Buzzer Activo .....	55
Figura 3-13. Pines del display físico. ....	56
Figura 3-14. Display y Arduino.....	57
Figura 3-15. Modulo Relé y Arduino .....	58
Figura 3-16. Modulo Buzzer y Arduino.....	59
Figura 3-22. Conexiones Arduino – Potenciómetros Preset.....	60
Figura 3-17. Teclado Matricial 4x4.....	61
Figura 3-18. Módulo Hc-05 en Master.....	62
Figura 3-19. Conexiones LM7805.....	63
Figura 3-20. Conexión módulo relé y panel solar .....	64
Figura 3-21. Conexión módulo relé y batería .....	65

# Índice de Tablas

Tabla 2-1. Crecimiento de la energía solar en Bolivia. ....	9
Tabla 2-2. Cotización de reguladores P.W.M.....	10
Tabla 2-3. Botones del IDE .....	41
Tabla 3-1. Conexión implementada en el 7805.....	51
Tabla 3-2. Display y Arduino.....	57
Tabla 3-3. Modulo Relé y Arduino.....	58
Tabla 3-4. Modulo Buzzer y Arduino .....	59
Tabla 3-5. Conexiones Arduino – Potenciómetros Preset.....	60
Tabla 3-6. Teclado Matricial 4x4 .....	61
Tabla 3-7. Módulo Hc-05 en Master.....	62
Tabla 3-8. Conexiones LM7805.....	63
Tabla 3-9. Conexión módulo relé y panel solar .....	64
Tabla 3-10. Conexión módulo relé y batería .....	65
Tabla 4-1. Costo de Módulos .....	66
Tabla 4-2. Costo de Materiales .....	67
Tabla 4-3. Costo de Accesorios .....	68

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION**

Una instalación fotovoltaica es una instalación eléctrica que genera su energía a partir de los fotones emitidos por los rayos del sol, destinada a la generación de energía eléctrica de manera amigable con el medio ambiente y no produce contaminación sonora de manera que se puede instalar en hogares hasta pequeñas centrales fotovoltaicas.

Las instalaciones eléctricas fotovoltaicas de cualquier naturaleza, ya sea residencial, comercial, están constituidas por un numero de dispositivos eléctricos disponibles, conectores, materiales y equipos para formar un sistema eléctrico fotovoltaico aislado o conectado a la red nacional, por lo que se debe tener conocimientos relacionados.

Uno de los dispositivos o elementos del sistema fotovoltaico es el regulador de carga que por los costos que conlleva, el regulador a diseñar tendrá mayor utilidad al reducir su costo principalmente, además tendrá mayores prestaciones y aumentado la vida útil de la instalación fotovoltaica.

Mediante el diseño de un regulador PWM se asegurará la eficiencia de la energía emitida por el panel fotovoltaico hacia la batería o acumulador de almacenamiento de la energía eléctrica y permitirá mantener a la batería cargada completamente evitando las descargas profundas y sobrecargas que reducen su vida útil de la batería.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

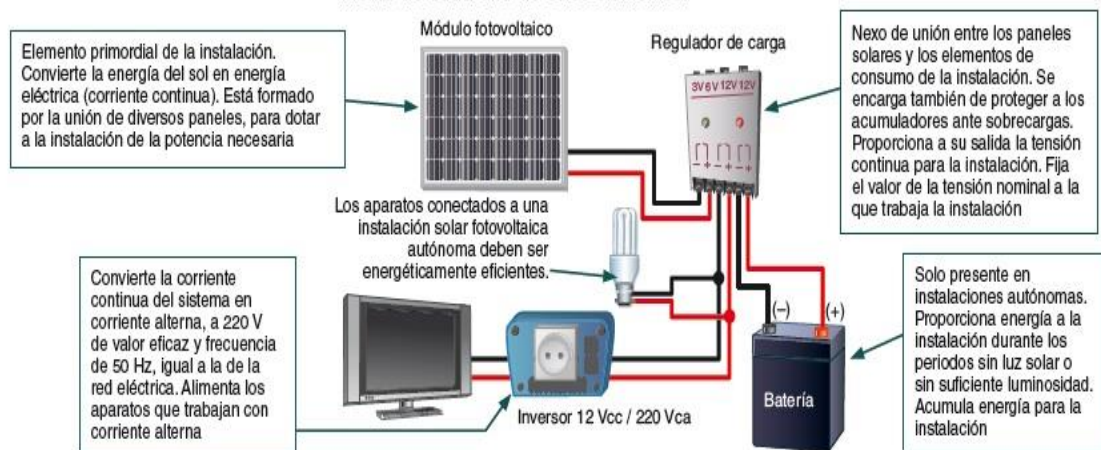
### 1.1.1 Identificación del problema

Los sistemas fotovoltaicos son uno de los sistemas en base a energías renovables como la hídrica, eólica, mareomotriz, geotérmica, etc.

Los sistemas fotovoltaicos fueron evolucionando pero al ser un sistema de generación eléctrica que depende del sol, el ser humano se vio en la necesidad de almacenarla en acumuladores o baterías para poder usar esta energía en la noche y de ahí es la importancia de un controlador de carga de la batería llamado regulador de carga fotovoltaico pero la tecnología actual exigen resultados cuantitativos no cualitativos.

Los elementos de este sistema fotovoltaico son el acumulador que almacena la energía eléctrica, el regulador de carga que protege la batería contra sobre-cargas o sobre-descargas, el inversor de voltaje convierte los 12V DC a 220 AC y finalmente los paneles solares que convierten la luz solar en energía eléctrica.( Ver Figura 1-1).

**Figura 1-1.** Sistema fotovoltaico



**Fuente:** Anónimo (2016).

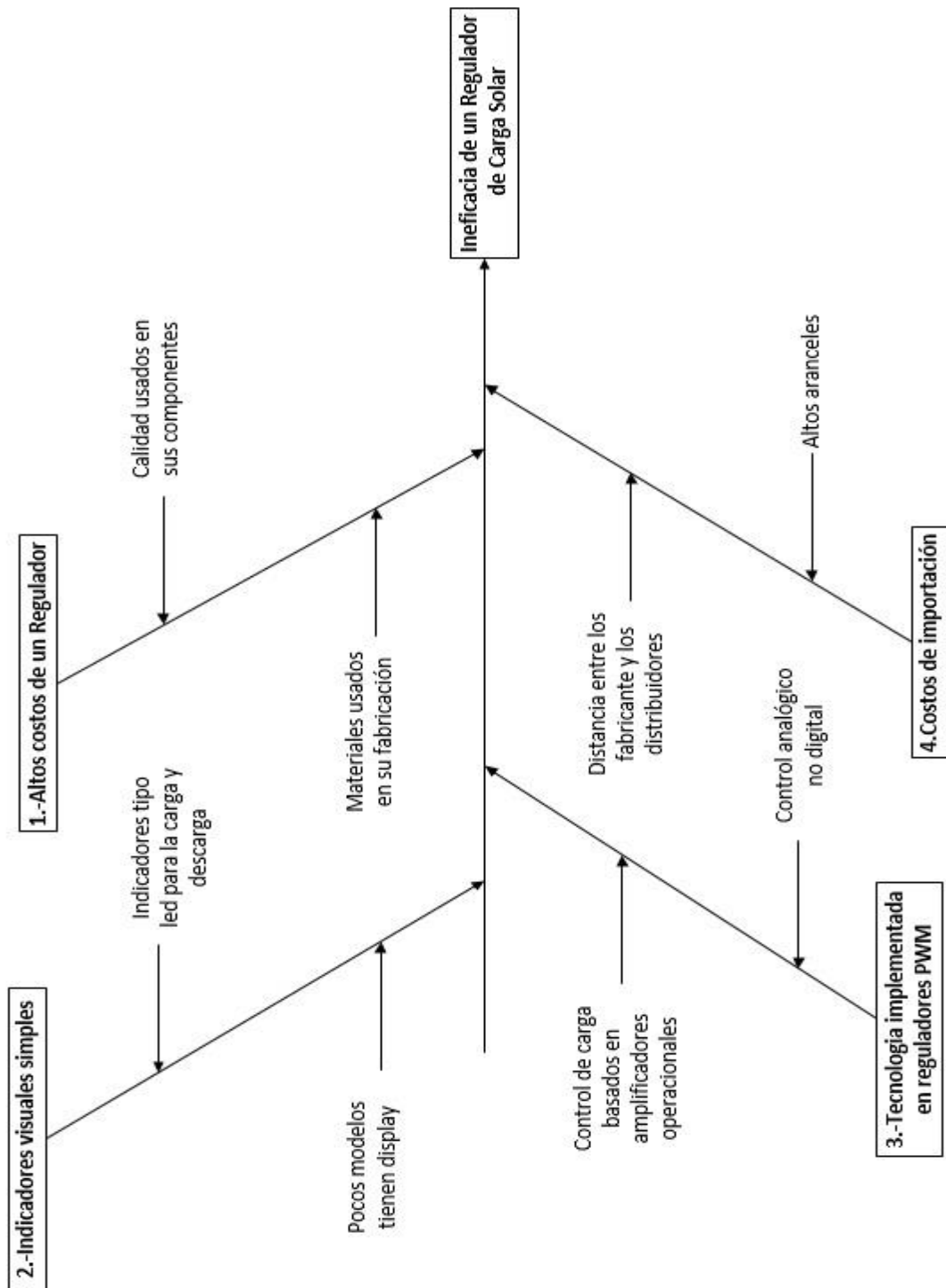
El panel fotovoltaico proporciona en el periodo de carga, el regulador PWM la corriente de carga va disminuyendo a medida que la tensión de la batería aumenta hasta llegar a completar su carga por otra parte tenemos los reguladores MPPT utiliza el 100% de la energía que pueden suministrar los paneles, es decir su eficacia es mayor que un regulador PWM pero también su costo de adquisición es elevado.

Según la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE), con 17.334 de paneles fotovoltaicos instalados en el Departamento de Pando con un costo de 11.4 millones de dólares Bolivia genera 5 Mega Watts de electricidad, sin contar las pequeñas instalaciones fotovoltaicas que existen en las poblaciones alejadas donde la distribución por líneas de transmisión no es factible.

Los costos de implementación, funcionamiento y rendimiento de los sistemas fotovoltaicos son afectados por los actuales reguladores utilizados. Las causas identificadas son:

- Impuestos, es decir los costos de aranceles por razón de importación.
- Tiempos de importación, son los tiempos desde el lugar de fabricación de los reguladores hasta que llegan a los distribuidores del país.
- Indicadores visuales en los reguladores muy discretos, es decir solo indica si la batería está cargando o descargando y no así su nivel de carga.
- Costos de los diversos componentes electrónicos utilizados en la fabricación de los reguladores.
- Su control es analógico basado en amplificadores operacionales.
- Carece de control digital es decir de un microcontrolador para la carga.

Figura 1-2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

### **1.1.2 Formulación del problema**

Los actuales reguladores PWM que se encuentran en el mercado no cumplen con las exigencias tecnológicas actuales ya que presentan ciertas deficiencias en sus diseños tales como: indicadores de carga muy discretos, control analógico, ausencia de un visualizador.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar un regulador de carga PWM para sistemas fotovoltaicos de bajo costo y mayores prestaciones.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Recopilar información bibliográfica para el diseño de un regulador de carga PWM.
2. Determinar la situación actual de la implementación de reguladores de carga en instalaciones fotovoltaicas.
3. Diseñar un regulador de carga PWM:
  - Determinando los componentes del regulador PWM
  - Determinando el microcontrolador
  - Realizando los cálculos de regulador PWM.
  - Realizando el estudio de la carga de acumuladores o baterías.
  - Generando el circuito electrónico del regulador de carga.
  - Fabricando un prototipo del regulador de carga PWM.
4. Establecer los costos del proyecto.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

- Tecnológica.- Desde el punto de vista tecnológico se apreciara mejoras en el diseño al implementar un microcontrolador que aumentara las prestaciones de los actuales reguladores de carga.
- Económica.- Desde el punto de vista económico se apreciara en costos vs beneficios al permitirle al operador conocer el estado actual de la batería y evitar costos de mantenimiento innecesarios.
- Ambiental.- Desde el punto de vista Ambiental se reducirá los desechos de plomo al aumentar la vida útil de las baterías bajando el impacto ambiental.
- Social.- El presente proyecto promoverá el uso de energías renovables y mejorando la calidad de vida de las personas en las regiones rurales del país.

## 1.4 LIMITES Y ALCANCES

### 1.4.1 Limites

- Máxima Corriente 10 Amperios.
- Hay posibilidad de cargar baterías de litio con ayuda de un BMS.
- Solo será posible cargar baterías de 12 voltios.

### 1.4.2 Alcances

- La propuesta es desarrollar un regulador de carga PWM con visualización de un display y de fácil instalación.
- El regulador tendrá capacidad de cargar baterías plomo-acido de 12 voltios.
- El regulador tendrá la capacidad de testear el estado de la batería al implementar un microcontrolador.



# CAPITULO 2

## MARCO TEORICO

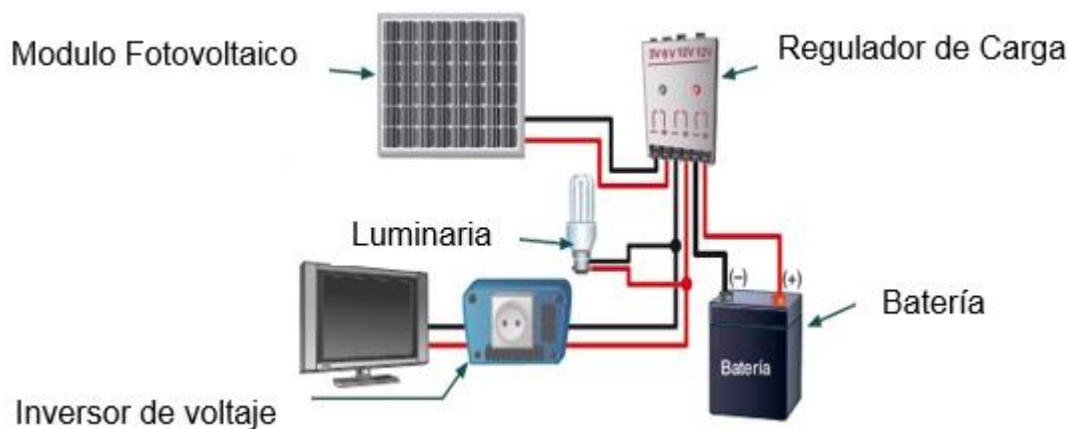
### 2.1 INTRODUCCION

El presente capitulo tiene como objetivos:

- Conocer las partes de una instalación fotovoltaica.
- Conocer la clasificación de los reguladores de carga.
- Conocer el funcionamiento de un microcontrolador.

Los elementos de este sistema fotovoltaico son el acumulador que almacena la energía eléctrica, el regulador de carga que protege la batería contra sobrecargas o sobre-descargas, el inversor de voltaje convierte los 12V DC a 220 AC y finalmente los paneles solares que convierten la luz solar en energía eléctrica.( Ver Figura 2-1).

**Figura 2-1.** Partes de un Sistema fotovoltaico

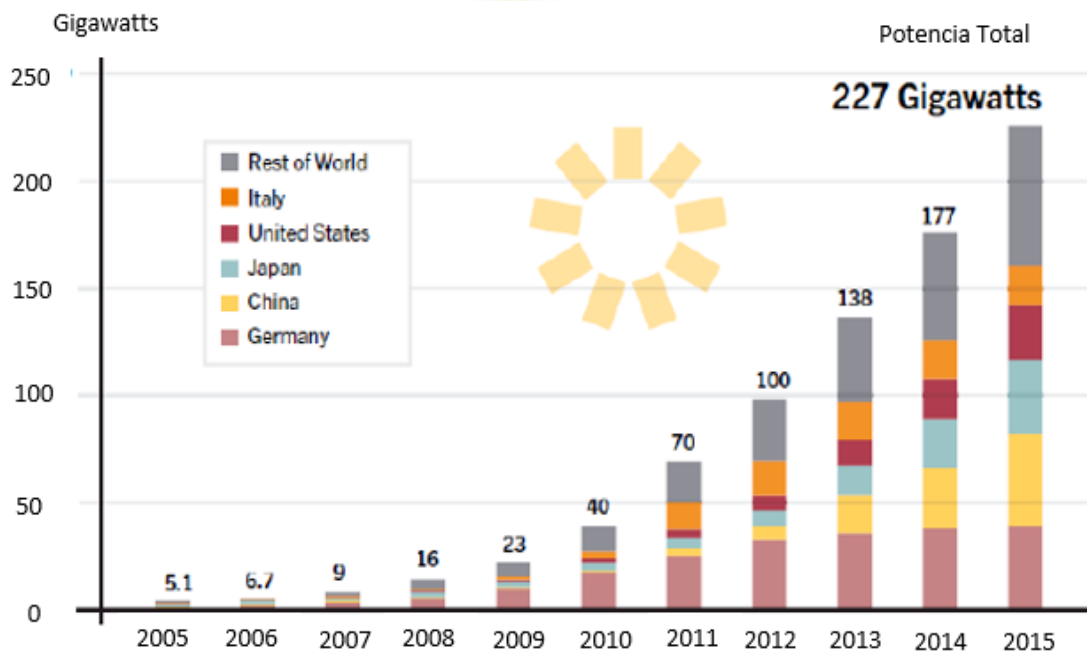


**Fuente:** Anónimo (2016)

## 2.2 ANTECEDENTES

En la siguiente página web El Confidencial en la siguiente graficas se observa el crecimiento de la energía solar a nivel mundial y el crecimiento de la potencia instalada.

**Grafica 2-1.** Uso de la energía solar a nivel mundial.



**Fuente:** Renewables (2016)

Según la página web Scielo en el año 2007, se estimó que casi 3 millones de habitantes rurales de Bolivia (unos 500.000 hogares) no tenían acceso a la energía eléctrica, y muchos de ellos a ningún tipo de energía comercial. De esta manera, se estima que unos 200.000 hogares rurales puedan ser atendidos mediante la utilización de energías renovables descentralizadas (fundamentalmente sistemas fotovoltaicos o pequeños aerogeneradores).

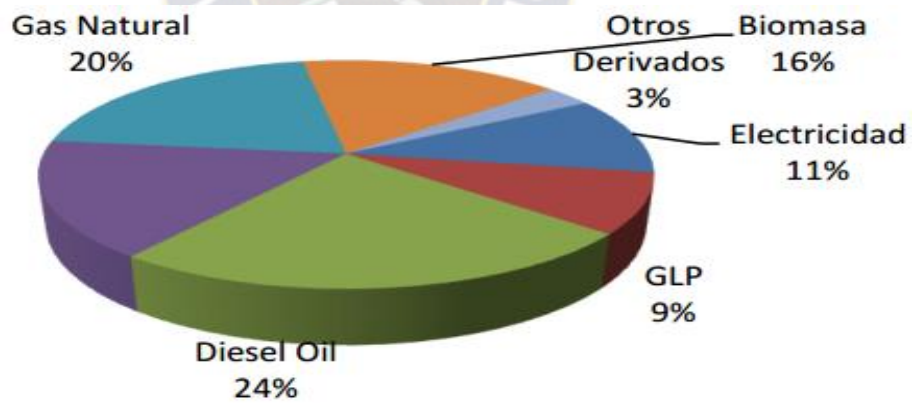
**Tabla 2-1.** Crecimiento de la energía solar en Bolivia.

Año	Crecimiento
1976	0,3% / año
1997	2,4% / año
2005	4% / año
2015	19,7% / año

**Fuente:** Energética (2009).

En el siguiente grafico se observa de acuerdo con información de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, el 69% de la energía eléctrica generada el año 2010 en el país se originó en fuentes termoeléctricas, el 28% correspondió a hidroelectricidad y solo un 3 % a otras fuentes de energía como solar o eólica.

**Grafica 2-2.** Consumo total energético



**Fuente:** Energetica (2009).

AGUILAR LÓPEZ, G. (2016). Con su proyecto Central solar fotovoltaica en el municipio de Tupiza. Donde se realizó un estudio energético y se implementó el regulador de 50 A de tipo P.W.M en la instalación con un costo de 670 bs adquisición.

**Tabla 2-2.** Cotización de reguladores P.W.M.

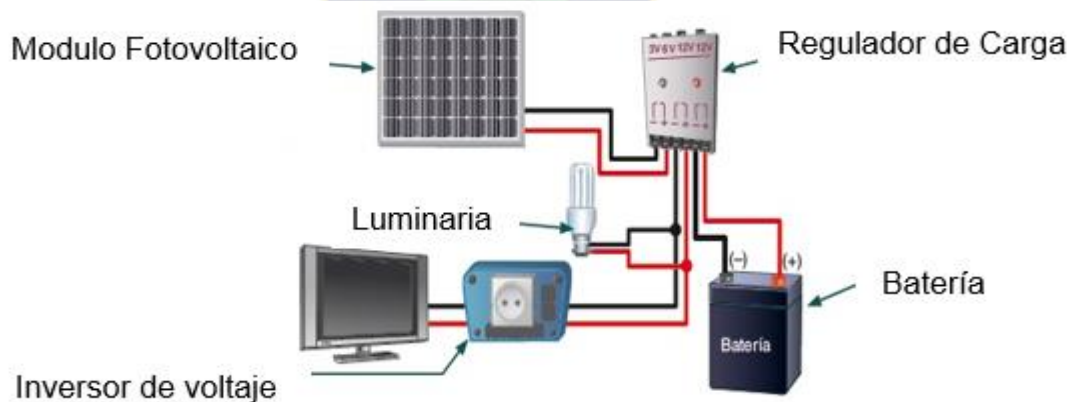
Marca y corriente	costo
Regulador Steca 6 Amp 12/24 Volt	200 bs
Regulador Steca 8 Amp 12/24 Volt	250 bs
Regulador minov2 ARTESA 15 Amp	380 bs
Regulador Steca LCD 10Amp	650 bs
Regulador Schnieder Xantrex de 35 Amp	800 bs
Regulador Schneider Xantrex 60 Amp	1160 bs

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.3 ELEMENTOS DE LAS I. S. F

De manera general, una instalación solar fotovoltaica (I.S.F) se ajusta a un esquema como el mostrado en la Fig.2-4. A lo largo de esta unidad detallaremos el funcionamiento de cada uno de estos elementos.

**Figura 2-2.** Elementos de una I.S.F

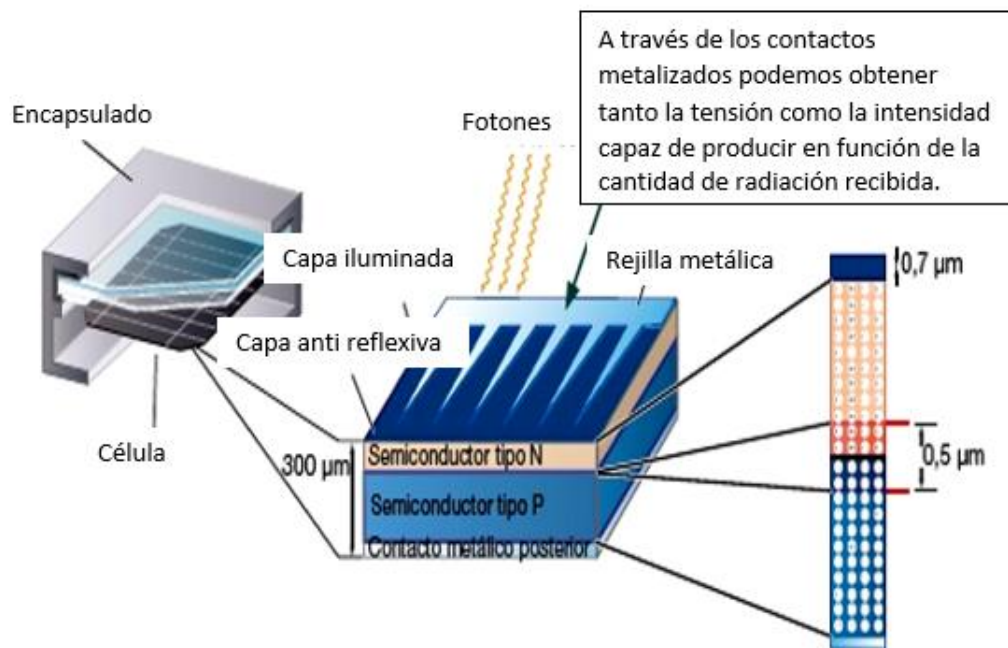


**Fuente:** Anónimo (2016)

## 2.4 LA CELÚLA SOLAR

Características básicas El elemento principal de cualquier instalación de energía solar es el generador, que recibe el nombre de célula solar. Se caracteriza por convertir directamente en electricidad los fotones provenientes de la luz del sol. La cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizada por completo (no tiene que recibir luz), mientras que en la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor. Ver (Figura 2-3).

Figura 2-3. Estructura de la célula solar.

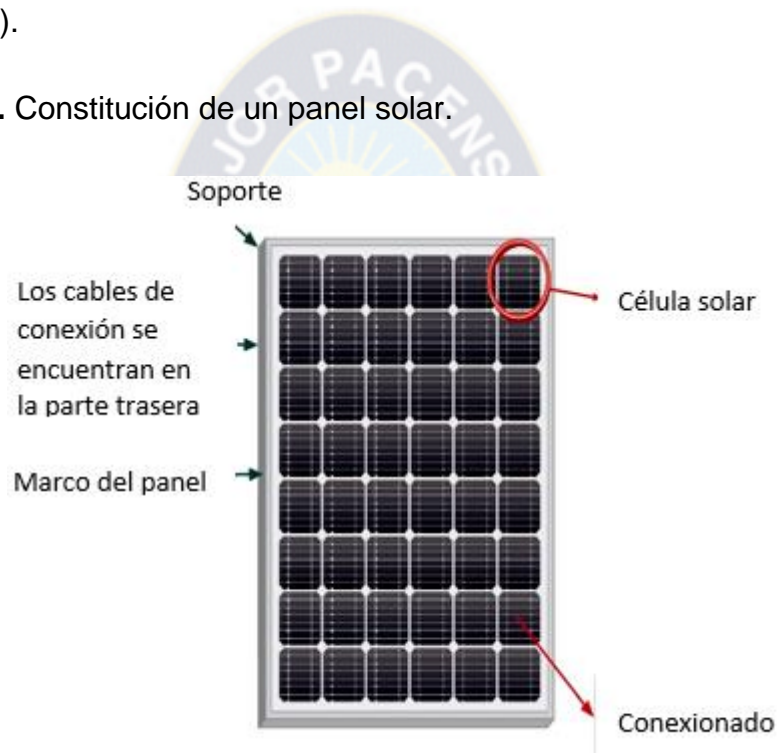


Fuente: Anónimo (2016).

## 2.5 EL PANEL SOLAR

Un panel solar o módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas, y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión (6 V, 12 V, 24 V...), que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico. Ver (Figura 2-4).

**Figura 2-4.** Constitución de un panel solar.



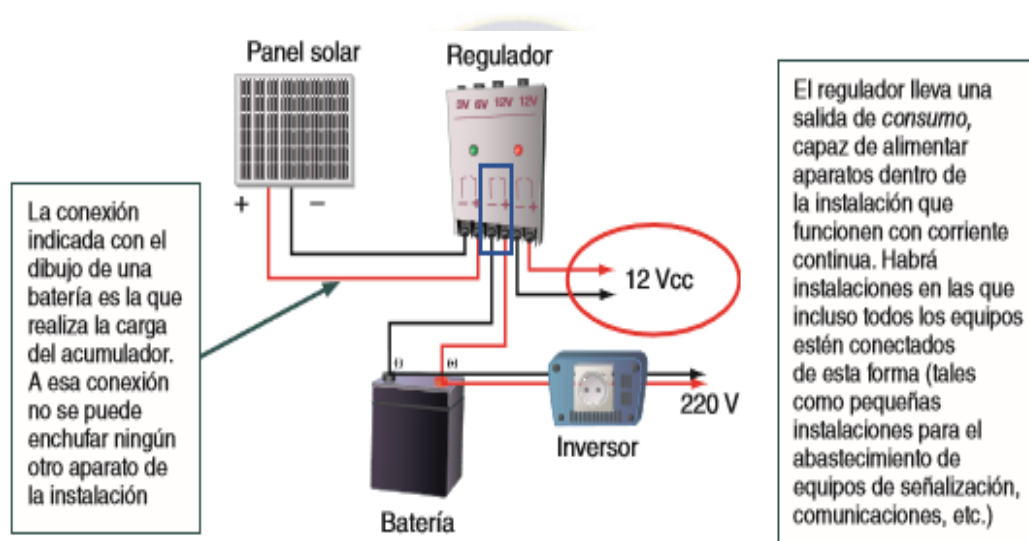
**Fuente:** Anónimo (2016)

## 2.6 EL REGULADOR

Para un correcto funcionamiento de la instalación, hay que instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador y tiene como misión evitar situaciones de sobre-carga y sobre-descarga de la batería, con el fin de alargar su vida útil.

El regulador trabaja por tanto en las dos zonas. En la parte relacionada con la carga, su misión es la de garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobrecarga, y en la parte de descarga se ocupará de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería. Ver (Figura 2-5).

**Figura 2-5.** Esquema de conexión del regulador en una instalación.



**Fuente:** Anónimo (2016).

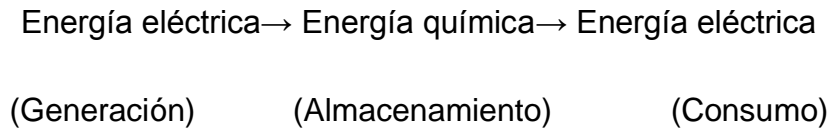
Los reguladores de carga P.W.M y M.P.P.T son ambos ampliamente utilizados para cargar las baterías con energía solar.

El regulador P.W.M es, en esencia, un interruptor que conecta los paneles solares a la batería. El resultado es que la tensión de dichos paneles descenderá a valores cercanos de la tensión de la batería.

El regulador MPPT es más sofisticado (y más caro): ajusta su voltaje de entrada para conseguir la máxima potencia del panel solar y luego transformar esta energía para suministrar un voltaje variable requerido por la batería, así como para la carga.

## 2.7 ACUMULADORES Y TIPOS DE BATERIAS

El funcionamiento en una instalación fotovoltaica será el siguiente:



Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los paneles solares, a través de un regulador de carga, y pueden entregar su energía a la salida de la instalación, donde será consumida. Tres son las misiones que tienen las baterías en las instalaciones fotovoltaicas:

- Almacenar energía durante un determinado número de días.
- Proporcionar una potencia instantánea elevada.
- Fijar la tensión de trabajo de la instalación.
- **Eficiencia de carga:** relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada
- **Autodescarga:** proceso mediante el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse.
- **Profundidad de descarga:** cantidad de energía, en tanto por ciento, que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo del acumulador totalmente cargado. Está relacionada con la duración o vida útil del acumulador.

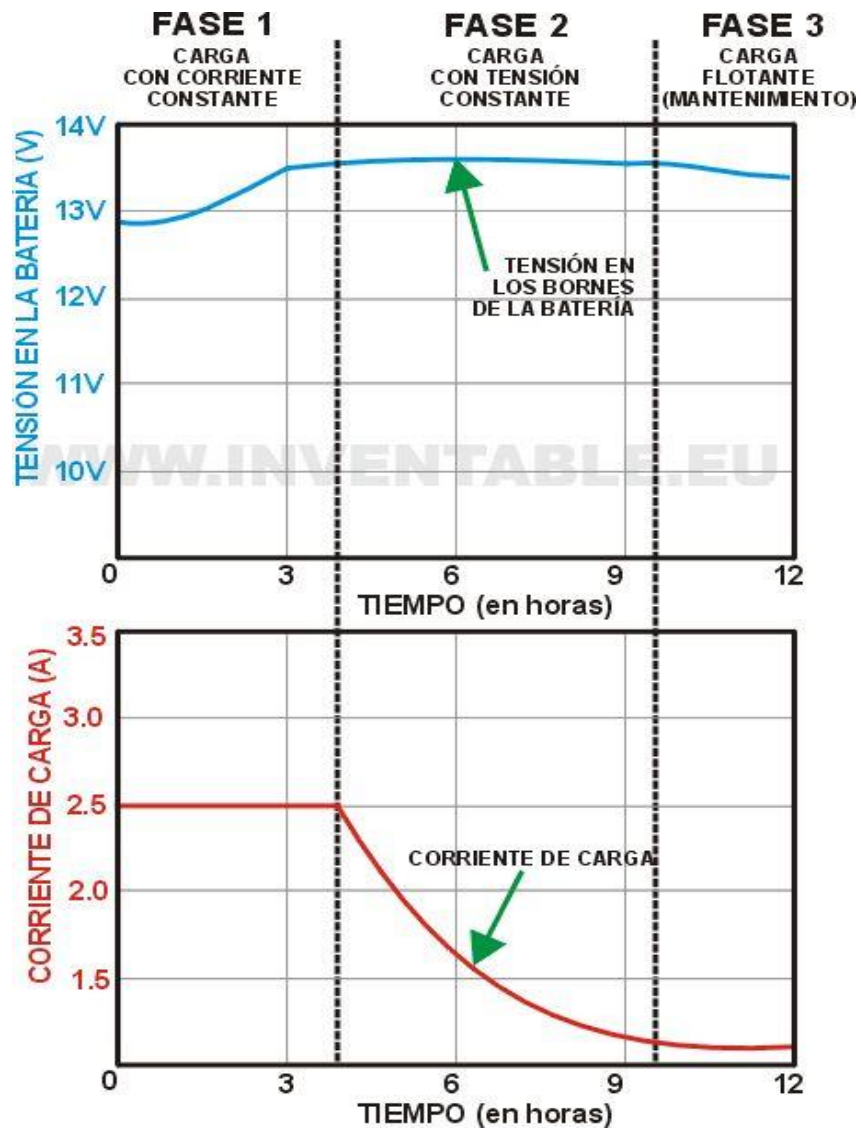
### 2.7.1 Procesos De Carga Y Descarga Del Acumulador De Plomo

El voltaje de una celda del acumulador de plomo es de 2 voltios, este es solo un valor nominal ya que en realidad este valor cambia desde 1.9 en la máxima descarga hasta algo más de 2.2 al final de la carga.



El siguiente gráfico representa los valores de voltaje de un acumulador de plomo en los procesos de carga y descarga, en él la curva en rojo corresponde al proceso de descarga y la curva en azul al de carga.

**Grafica 2-3.** Histéresis en la carga-descarga del acumulador



Fuente: Anónimo (2017).

Observe que durante la carga el voltaje se mantiene algo por encima de 2 voltios durante mucho tiempo correspondiendo a la formación de los materiales activos (recargado) luego al final el voltaje se incrementa más rápidamente hasta un valor que supera los 2.2 voltios.

Esto se debe a que una vez agotada la posibilidad de la reacción química de formación de los materiales activos, comienza la electrólisis del agua del electrolito con la consecuente generación de oxígeno e hidrógeno en las placas, lo que significa la formación de una nueva pila, en este caso de los dos gases generados, que agrega un voltaje adicional al acumulador. Este voltaje es transitorio y solo existe si se mantiene la carga o un tiempo corto después, debido a la absorción de los gases por el material activo esponjoso, pero finalmente se auto extingue pues los gases terminan escapando al exterior.

En el proceso contrario, la descarga, sucede que muy rápidamente el voltaje de más de 2.2 voltios obtenidos al final de la carga se reducen rápidamente a casi 2, manteniéndose así o disminuyendo ligeramente durante todo el proceso hasta que finalmente comienza a descender con rapidez, una vez agotado el material activo. En este punto el acumulador está completamente descargado.

## **2.8 EL INVERSOR**

El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica: 220 V de valor eficaz y una frecuencia de 50 Hz.

Es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red, y estará presente en la mayoría de instalaciones autónomas, sobre todo en aquellas destinadas a la electrificación de viviendas. Un esquema de este tipo de instalaciones. Ver (Figura2-6).

**Figura 2-6.** Inversor.



**Fuente:** Anónimo (2016)

## 2.9 EL REGULADOR M.P.P.T

Un regulador MPPT o maximizador solar dispone, además del diodo de protección, de un convertidor de tensión CC-CC y de un seguidor del punto de máxima potencia. Esto le permite dos cosas:

El convertidor de tensión CC-CC (de alta tensión en el campo fotovoltaico a baja tensión en las baterías) permite trabajar a tensiones diferentes en el campo fotovoltaico y en las baterías. El seguidor del punto de máxima potencia (MPPT por sus siglas en inglés) adapta la tensión de funcionamiento en el campo fotovoltaico a la que proporcione la máxima potencia.

Por tanto, en un regulador MPPT la energía que entra y sale del regulador es la misma, al igual que en los reguladores PWM, pero la tensión y la corriente son diferentes a un lado y a otro.

Con ello se consigue aumentar la tensión del panel solar y aumentar la producción solar en hasta un 30% respecto a los reguladores, aunque también son más caros los reguladores solares MPPT.

Al poder trabajar a tensiones elevadas en el campo fotovoltaico, se reducen las pérdidas energéticas ocasionadas con bajas tensiones (como las pérdidas son proporcionales a la corriente, a menor corriente, menores pérdidas), haciendo que los reguladores MPPT sean especialmente indicados para potencias fotovoltaicas elevadas, dónde se busque generar el máximo de energía.

**Figura 2-7.** Regulador M.P.P.T



**Fuente:** Anónimo (2017).

## 2.10 EL REGULADOR PWM

Un regulador PWM no es un convertidor de DC a DC. El regulador PWM es un interruptor que conecta el panel solar a la batería. Cuando este interruptor está cerrado, el panel y la batería estarán casi a la misma tensión.

Suponiendo una batería descargada, la tensión de carga inicial será de alrededor de 13 V, y suponiendo una pérdida de tensión de 0,5 V por el cableado y el regulador, el panel estará a  $V_{pwm} = 13,5$  V. La tensión aumentará lentamente con el aumento de estado de carga de la batería. Cuando se alcanza la tensión de absorción, el regulador PWM empezará a desconectar y volver a conectar el panel para prevenir una sobrecarga (de ahí el nombre: regulador "Pulse Width Modulated"). Ver (Figura 2-8)

**Figura 2-8.** Regulador PWM.

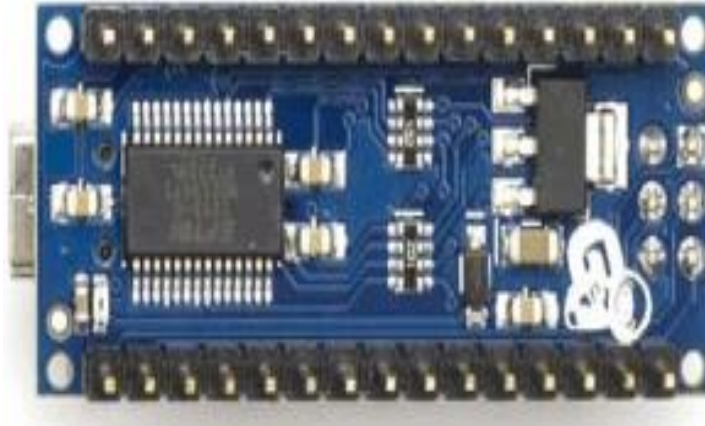


**Fuente:** Anónimo (2017).

## 2.11 EL MICROCONTROLADOR

El microcontrolador es un circuito integrado muy ampliamente utilizado en procesos de control y automatización, entre los distintos tipos de versiones de Arduinos existen: Mini, Micro, Nano, Uno, Lilipad, Mega, Due, Yun, y otros.

**Figura 2-9.** Imágenes de un Arduino nano.

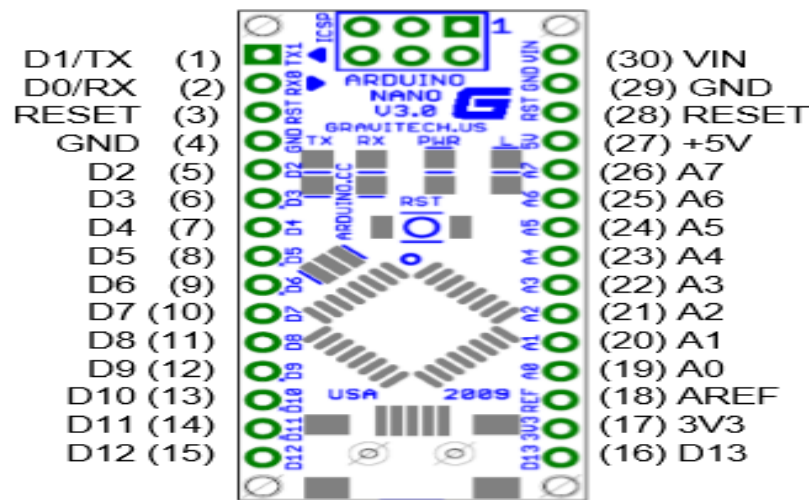


**Fuente:** Anónimo (2017).

El Arduino Nano tiene características y funciones similares a Arduino Duemilanove. Pero Arduino Nano en diferentes envases. Arduino nano no tiene un enchufe de CC de modo que su energía se suministra a través del puerto USB mini-B o conectar directamente al pin VCC y GND.

Arduino Nano se puede suministrar con un voltaje de 6-20V fuente de alimentación a través de puerto USB mini-B. O puede proporcionar un voltaje de 5V en el pin 30 (este voltaje no será ajustado por el regulador, así que asegúrese de proporcionar tensión de 5V)

**Figura 2-10.** Pines del Arduino Nano



**Fuente:** Anónimo (2017).

**Donde:**

**D2 a D13** = Son entradas o salidas digitales 5v.

**A0 a A7** = Son entradas analógicas desde 0v hasta 5 v.

**GND**= Alimentación negativa

**Vin**= Alimentación Positiva

**Tx y Rx**= Comunicación Serial

## 2.12 RELE

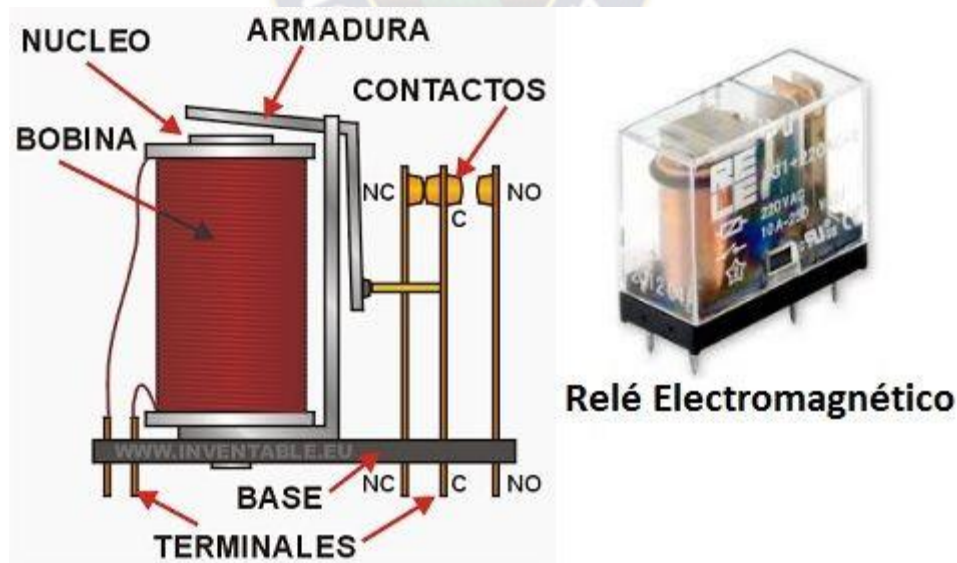
Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevador. Observar en la siguiente imagen y se explicara su funcionamiento.

### 2.12.1 Funcionamiento Del Relé

El relé de la figura tiene 2 contactos, uno abierto (NC) y otro cerrado (NO) (pueden tener más). Cuando metemos corriente por la bobina, esta crea un campo magnético creando un electroimán que atrae los contactos haciéndolos cambiar de posición, el que estaba abierto se cierra y el que estaba normalmente cerrado se abre. El contacto que se mueve es el C y es el que hace que cambien de posición los otros dos.

Los relés eléctricos son básicamente interruptores operados eléctricamente que vienen en muchas formas, tamaños y potencias adecuadas para todo tipo de aplicaciones. Los relés también pueden ser relés de potencia, más grandes y utilizados para la tensión mayores o aplicaciones de conmutación de alta corriente. En este caso se llaman contactores, en lugar de relés.

**Figura 2-11.**Partes del Relé



**Fuente:** Anónimo (2017).



### 2.12.2 Módulo Relé Arduino

Los relés están montados en una placa con 4 pines que pueden conectarse usando cables macho-hembra para conectarlo directamente a tu placa Arduino. Basta con alimentar el módulo en los pines VCC y GND con 5VDC directamente desde tu placa Arduino y tienes disponibles los pines IN1 e IN2, para controlar los dos relés. Un nivel alto conmutará el relé correspondiente.

Disponemos de las salidas COM, NC y NO usando un bloque terminal con tornillos. La salida NC junto con la COM, está siempre cerrada cuando el pin IN está a nivel bajo, y conmuta a NO y COM cuando el pin IN pasa a nivel alto. Incluye un LED por cada relé que indica cuando el relé está cerrado (pin IN a nivel alto).

Los pines IN1 e IN2 están protegidos con opto-acopladores para evitar que cualquier fallo en el relé pueda quemar tu placa Arduino. Además, la placa dispone de una entrada de alimentación adicional marcada como JD-VCC que permite alimentar el módulo con una fuente externa que no sea la misma que la de la placa Arduino.

Permitiendo un aislamiento máximo. Simplemente quita el puente que une los pines JD-VCC y VCC, conecta JD-VCC y GND a una fuente externa de 5VDC y el pin VCC a los 5VDC de la placa Arduino y no conectes el GND del Arduino. El usar la fuente externa usando los pines JD-VCC y GND permite además usar señales de entrada de solo 3.3VDC para activar los relés y se debe añadir a los relés un diodo volante.

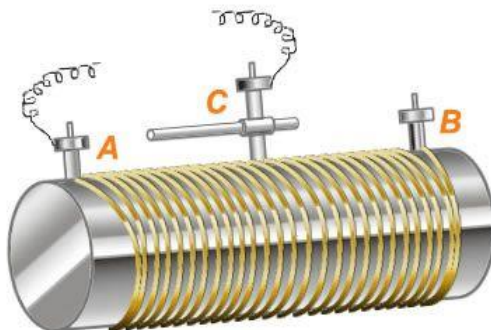
## 2.13 POTENCIOMETRO

Un potenciómetro es una Resistencia Variable. Así de sencillo. El problema, o la diferencia, es la técnica para que esa resistencia pueda variar y como lo hace.

Los potenciómetros limitan el paso de la corriente eléctrica (Intensidad) provocando una caída de tensión en ellos al igual que en una resistencia, pero en este caso el valor de la corriente y la tensión en el potenciómetro las podemos variar solo con cambiar el valor de su resistencia. En una resistencia fija estos valores serían siempre los mismos.

El valor de un potenciómetro viene expresado en ohmios (símbolo  $\Omega$ ) como las resistencias, y el valor del potenciómetro siempre es la resistencia máxima que puede llegar a tener. El mínimo lógicamente es cero. Por ejemplo un potenciómetro de  $10K\Omega$  puede tener una resistencia variable con valores entre  $0\Omega$  y  $10.000\Omega$ . El potenciómetro más sencillo es una resistencia variable mecánicamente. Los primeros potenciómetros y más sencillos son los reóstatos.

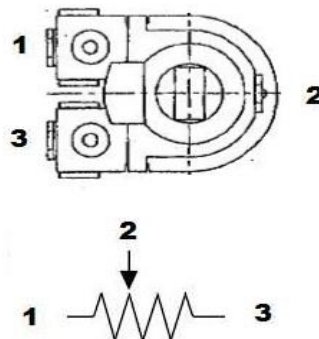
**Figura 2-12.** Reóstato



**Fuente:** Anónimo (2017).

El mismo mecanismo, pero más pequeño, tendrían los potenciómetros rotatorios para electrónica. Se usan en circuitos de pequeñas corrientes. Veamos como son.

**Figura 2-13.** Potenciómetro Rotatorio



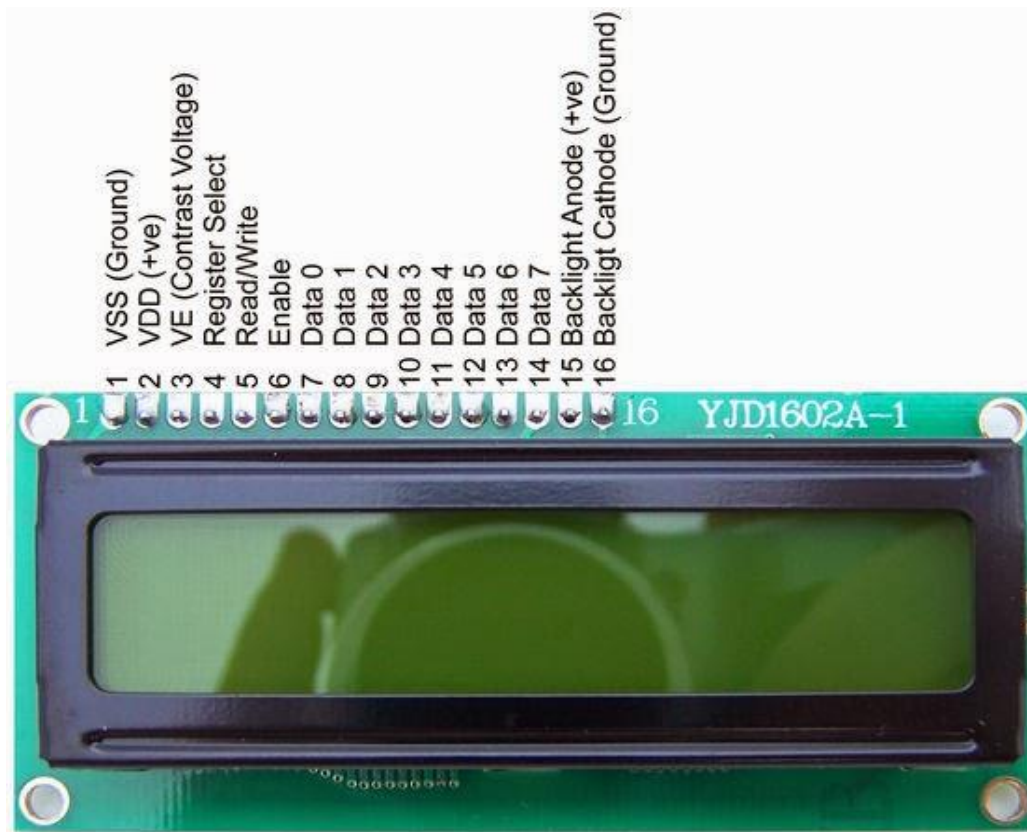
**Fuente:** Anónimo (2017).

Se observa que tiene 3 patillas como el anterior. Para conectarlo debemos conectar al circuito las patillas A y B o la C y B, es decir la del medio siempre con una de los extremos y así conseguiremos que sea variable. Tienen una rosca que puede variarse con un destornillador, como es el caso del de color negro, o puede tener un saliente que gira con la mano para variar la resistencia del potenciómetro al valor que queramos.

## 2.14 DISPLAY

El encargado de la comunicación entre el equipo y el operador será el módulo 602A-1 interfaz gráfica que permitirá observar en tiempo real estado de carga de la batería, la conexión de equipos y la conexión de los paneles fotovoltaicos. Ver la siguiente figura.

Figura 2-14. Display de 16x2



Fuente: Anónimo (2017).

Donde:

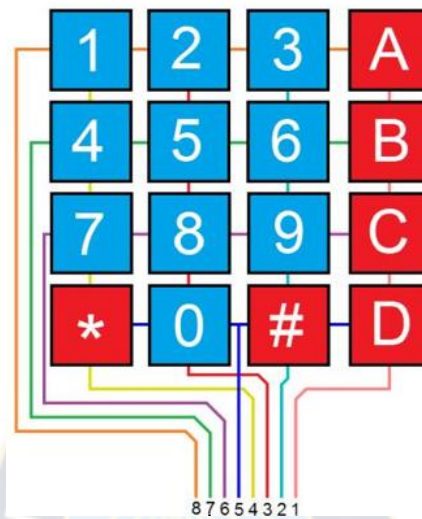
- **VSS** que es el pin de negativo o masa o 0 volts o GND.
- **VDD** es la alimentación principal de la pantalla y el chip, lleva 5 voltios (recomendable ponerle en serie una resistencia para evitar daños, con una de 220 ohmios es suficiente).
- **VE** es el contraste de la pantalla, debe conectarse con un potenciómetro de 10k ohms o una resistencia fija una vez que se encontré el valor deseado de contraste. Tengan en cuenta que si no conectan esto, no verán nada.

- **RS** es el selector de registro (el microcontrolador le comunica a la LCD si quiere mostrar caracteres o si lo que quiere es enviar comandos de control, como cambiar posición del cursor o borrar la pantalla, por ejemplo).
- **RW** es el pin que comanda la lectura/escritura. En nuestro caso siempre estará en 0 (conectado a GND) para que escriba en todo momento.
- **E** es enable, habilita la pantalla para recibir información.
- Se utilizara 4 bits, de **D4 a D7**, que servirá para establecer las líneas de comunicación por donde se transfieren los datos.
- **A** y **K** son los pines del led de la luz de fondo de la pantalla. **A** se conectará a 4 o 5 volts y **K** a gnd.

## 2.15 TECLADO MATRICIAL

Para que Arduino pueda saber que tecla se pulsa, basta con poner tensión en las filas de forma secuencial y luego leer las columnas para ver cuál de ellas tiene HIGH. Los teclados matriciales usan una combinación de filas y columnas para conocer el estado de los botones. Cada tecla es un pulsador conectado a una fila y a una columna. Cuando se pulsa una de las teclas, se cierra una conexión única entre una fila y una columna.

**Figura 2-15.** Esquema del Teclado Matricial

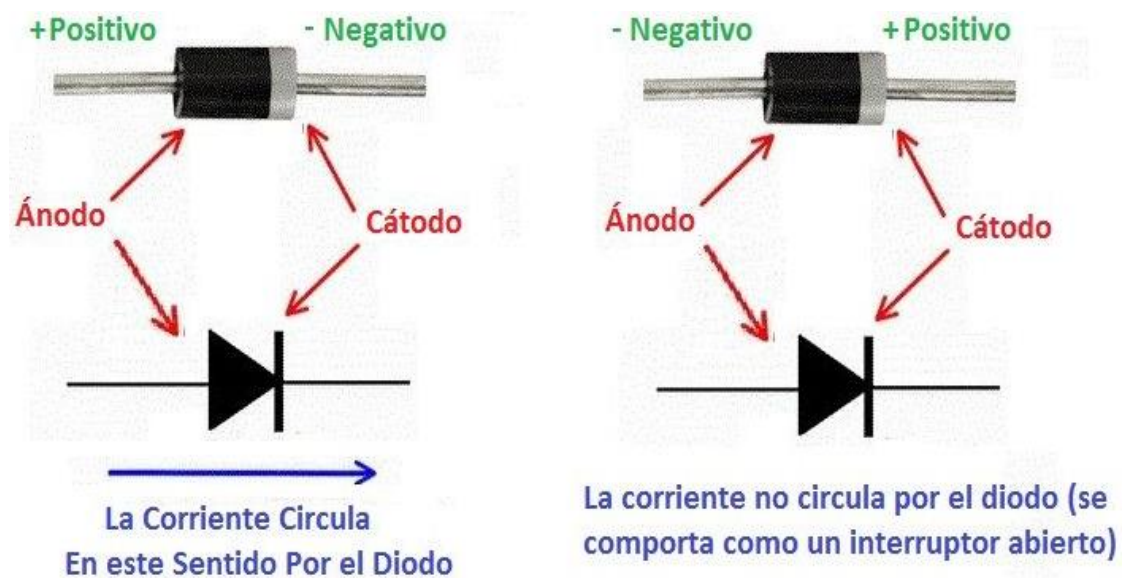


**Fuente:** Anónimo (2017).

## 2.16 DIODO

El Diodo es un componente electrónico que solo permite el paso de la corriente en un sentido por eso es un semiconductor, porque es conductor solo en determinadas condiciones. En la imagen de abajo vemos el diodo real y su símbolo. Si el ánodo (triángulo en el símbolo y patilla de la parte negra en el diodo real) se conecta al polo positivo y el cátodo (Raya en el símbolo y patilla de la franja gris en el diodo real) al negativo.

**Figura 2-16.** Polarización del Diodo



**Fuente:** Areatecnologia (2017).

El diodo polarizado directamente permite el flujo a través de él de los electrones, o lo que es lo mismo permite el paso de la corriente eléctrica. En polarización inversa no permite el paso de los electrones por él. Arriba puedes ver la gráfica típica de funcionamiento de un diodo. Para tensiones con polarización directa del diodo.

## 2.17 TRANSISTOR

Un transistor es un dispositivo que regula el flujo de corriente o de tensión actuando como un interruptor o amplificador para señales electrónicas. Inventado en 1951, es el componente electrónico estrella, pues inició una auténtica revolución en la electrónica que ha superado cualquier previsión inicial. En la siguiente imagen podemos ver varios transistores diferentes.

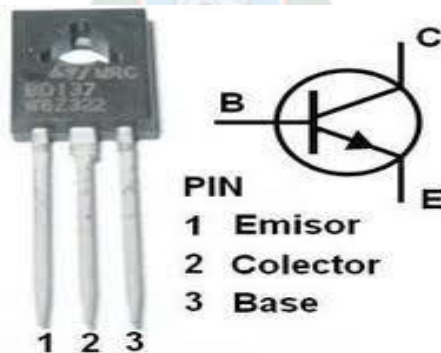
**Figura 2-17.** Transistores



**Fuente:** Areatecnologia (2017).

En la imagen de más abajo se observa a la izquierda un transistor real y a la derecha el símbolo usado en los circuitos electrónicos. Fíjate que siempre tienen 3 patillas y se llaman emisor, base y colector. Es muy importante saber identificar bien las 3 patillas a la hora de conectarlo. En el caso de la figura, la 1 sería el emisor, la 2 el colector y la 3 la base.

**Figura 2-18.** Pines de un Transistor



**Fuente:** Areatecnologia (2017).

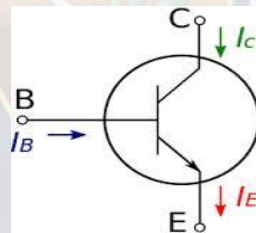


### 2.17.1 Formulas del Transistor

Si te fi en un PNP la corriente que entra es la del emisor, y salen la del colector + la corriente de la base, pero al ser la de base tan pequeña comparada con las otras dos, se puede aproximar diciendo que  $I_E = I_C$ . En realidad las intensidades en un transistor serían:

$I_E = I_C + I_B$ ; para los 2 tipos de transistores. Fíjate en la flecha del símbolo y las deducirás. Las corrientes en un transistor son 3, corriente de base  $I_b$ , corriente de emisor  $I_e$  y corriente del colector  $I_c$ . En la imagen vemos las corrientes de un transistor tipo NPN.

**Figura 2-19.** Corrientes en el Transistor



**Fuente:** Areatecnologia (2017).

### 2.18 COMUNICACIÓN BLUETOOTH

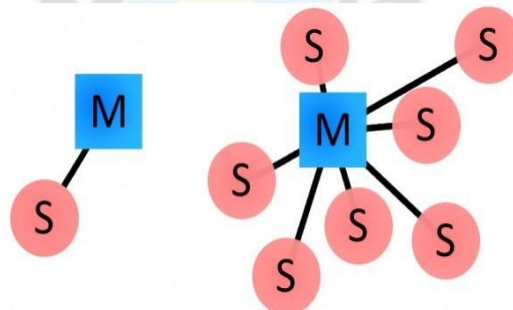
Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.

- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Los dispositivos BlueTooth pueden actuar como Masters o como Slaves. La diferencia es que un BlueTooth Slave solo puede conectarse a un master y a nadie más, en cambio un master BlueTooth, puede conectarse a varios Slaves o permitir que ellos se conecten y recibir y solicitar información de todos ellos, arbitrando las transferencias de información (Hasta un máximo de 7 Slaves).

**Figura 2-20.** Redes Bluetooth



**Fuente:** Anonimo (2017).

Si el emparejamiento se realiza con éxito, ambos nodos suelen guardar la identificación del otro y cuando se encuentran cerca se vuelven a vincular sin necesidad de intervención manual. (Aunque para que tu BlueTooth pueda enviar o recibir música, debe aceptar otra norma posterior llamada Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) y que en caso de ser algún sistema antiguo te impedirá la reproducción.)

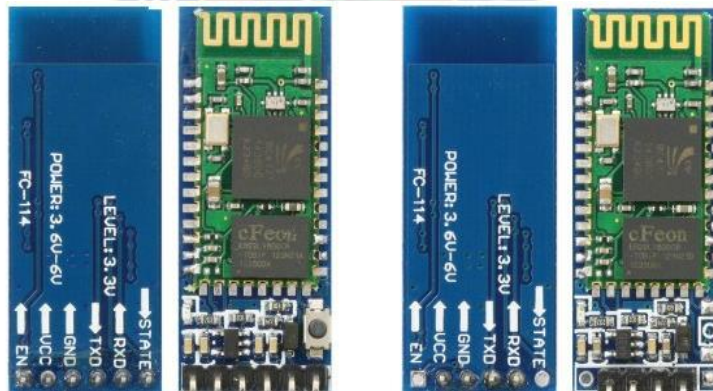
### 2.18.1 Módulo Bluetooth

El nuevo Bluetooth 4.0 es un nuevo protocolo diseñado pensando en disminuir todo lo posible las necesidades de energía de los dispositivos que lo usan, y de sobre todo de la propia comunicación que tradicionalmente ha sido de consumo insaciable.

Se le suele llamar también BLE por Bluetooth Low Energy, o simplemente Bluetooth LE. Mejora bastante el consumo previo, pero la distancia también disminuye.

Los módulos más frecuentes en el mercado son los módulos HC-06 y HC-05 que son muy económicos y están disponibles independientes o en modo SHIELD y para zocalo XBEE.

**Figura 2-21.** Módulos Bluetooth



**Fuente:** Aprendiendoarduino (2017).

Como el módulo BlueTooth es básicamente un nodo BT conectado a un interface serie, podríamos en principio conectar los pines RX y Tx a los equivalentes de Arduino en los pines 0 y 1 digitales, sin más que cruzarlos (BT Tx a Arduino Rx y BT Rx a Aduano Tx) y de hecho muchos ejemplos en Internet utilizan este esquema y se comunican con el BT mediante las familiares instrucciones de Serial.print ().

Sin embargo, puesto que los pines 0 y 1 se utilizan en la comunicación serie de Arduino con el PC a través del USB y por tanto, si los usamos para comunicar con el módulo BT, perderíamos la conexión con el PC, es mejor usar otros pines.

Para ello tenemos que importar una librería que habilite la comunicación serie con otros pines como es la librería SoftwareSerial.

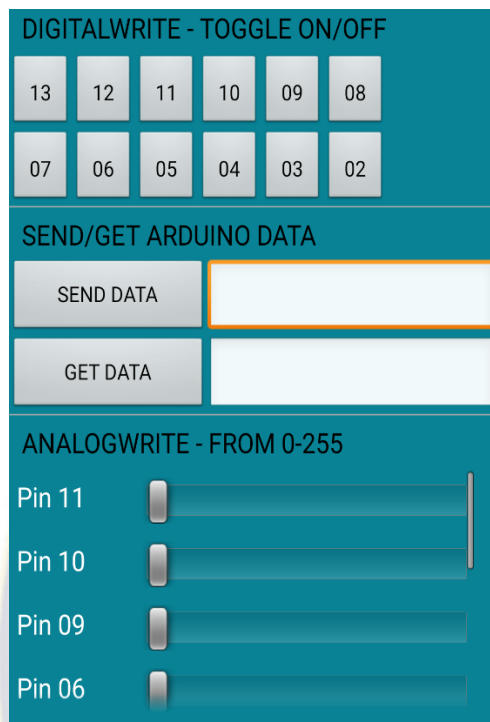
### **2.18.2 Aplicación Ardudroid**

ArduDroid es una herramienta sencilla para ayudarle a controlar su Arduino desde su teléfono a través del módulo HC-05 Bluetooth, se puede descargar desde el sitio del desarrollador y realiza las siguientes funciones.

- Control de pines digitales y PWM de algunos pines de Arduino
- Enviar comandos de texto para Arduino
- Recibir / Enviar datos de Arduino

A continuación se ve una captura de pantalla de la aplicación que se usara para la recepción de los datos enviados desde el teléfono hacia el Arduino y viceversa.

**Figura 2-22.** Imagen de la Aplicación



**Fuente:** Elaboración Propia (2017).

## 2.19 BUZER

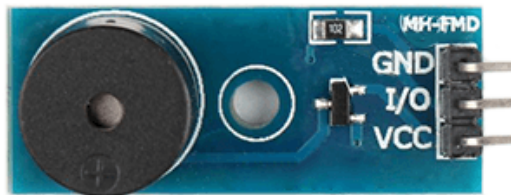
Los Buzzer activos, en ocasiones denominados zumbadores, son dispositivos que generan un sonido de una frecuencia determinada y fija cuando son conectados a tensión.

Un Buzzer activo incorpora un oscilador simple por lo que únicamente es necesario suministrar corriente al dispositivo para que emita sonido. En oposición, los Buzzer pasivos necesitan recibir una onda de la frecuencia. En contra posición, tienen la desventaja de que no podremos variar el tono del sonido emitido, por lo que no podremos realizar melodías, cosa que si podremos hacer con los Buzzer pasivos.

### 2.19.1 Esquema De Montaje

Si usamos una placa con la electrónica integrada el montaje es realmente sencillo, ya que el propio módulo incorpora los componentes necesarios para proporcionar la corriente necesaria al Buzzer activo. Por tanto, simplemente alimentamos el módulo conectando Vcc y GND a 5V y GND de Arduino, y finalmente.

**Figura 2-23.** Imagen de Buzzer



**Fuente:** Aprendiendoarduino (2017).

### 2.20 DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo, también llamado Flujograma de Procesos o Diagrama de Procesos, representa la secuencia o los pasos lógicos (ordenados) para realizar una tarea mediante unos símbolos. Dentro de los símbolos se escriben los pasos a seguir.

Un diagrama de flujo debe proporcionar una información clara, ordenada y concisa de todos los pasos a seguir. Por lo dicho anteriormente, podríamos decir que: "Un diagrama de flujo es una representación gráfica o simbólica de un proceso".

El proceso o pasos que representa el diagrama de flujo pueden ser de cualquier tipo, desde los pasos para freír un huevo, como luego veremos, hasta los pasos para realizar un enorme programa informático.

### **2.20.1 Como Hacer un Diagrama de Flujo**

Normalmente para realizar un diagrama de flujo primero se hace lo que se llama el algoritmo. Un algoritmo es una secuencia de PASOS LÓGICOS a seguir para resolver un problema de forma escrita. Un algoritmo describe una secuencia de pasos escritos para realizar una tarea. El Diagrama de Flujo es su representación esquemática. Los diagramas de flujo representan la secuencia lógica o los pasos que tenemos que dar para realizar una tarea mediante unos símbolos y dentro de ellos se describen los pasos a realizar.

Por la tanto son una excelente herramienta para resolver problemas, comprender el proceso a seguir así como para identificar posibles errores antes del desarrollo final de la tarea. Se usan para hacer un programa informático, para analizar lo que tiene que hacer un robot, en los procesos industriales, etc. Un diagrama de flujo es útil en todo aquello que se necesite una previa organización antes de su desarrollo.

En la realización de un programa informático es imprescindible primero realizar el diagrama de flujo, independientemente del lenguaje de programación que usemos después. Una vez que tenemos nuestro diagrama de flujo solo tendremos que conocer las órdenes del lenguaje que realizan esas tareas que se especifican en el diagrama.

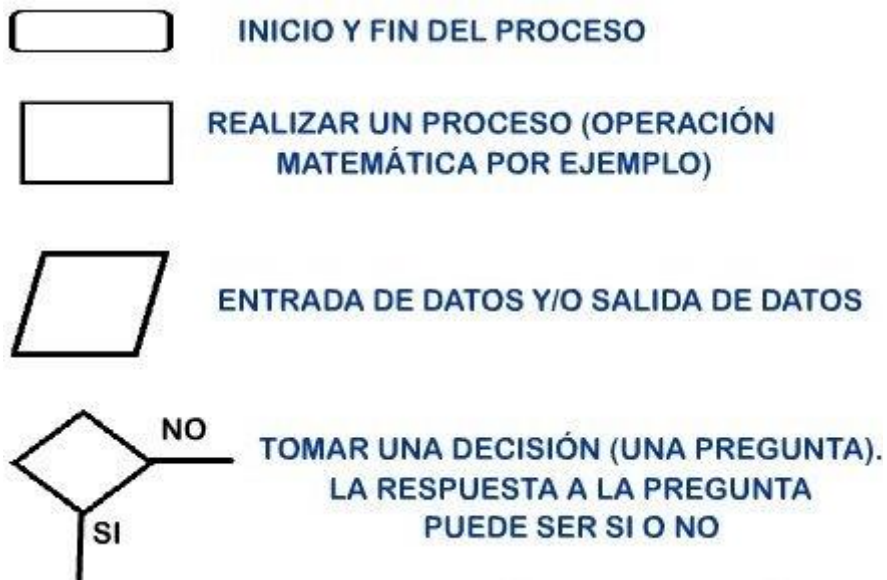
## Reglas Básicas Para la Construcción de un Diagrama de Flujo

- Todos los símbolos han de estar conectados
- A un símbolo de proceso pueden llegarle varias líneas
- A un símbolo de decisión pueden llegarle varias líneas, pero sólo saldrán dos (Si o No, Verdadero o Falso).
- A un símbolo de inicio nunca le llegan líneas.

De un símbolo de fin no parte ninguna línea.

Los símbolos que se usan para realizar los diagramas de flujo son los siguientes:

**Figura 2-24.** Símbolos Fundamentales



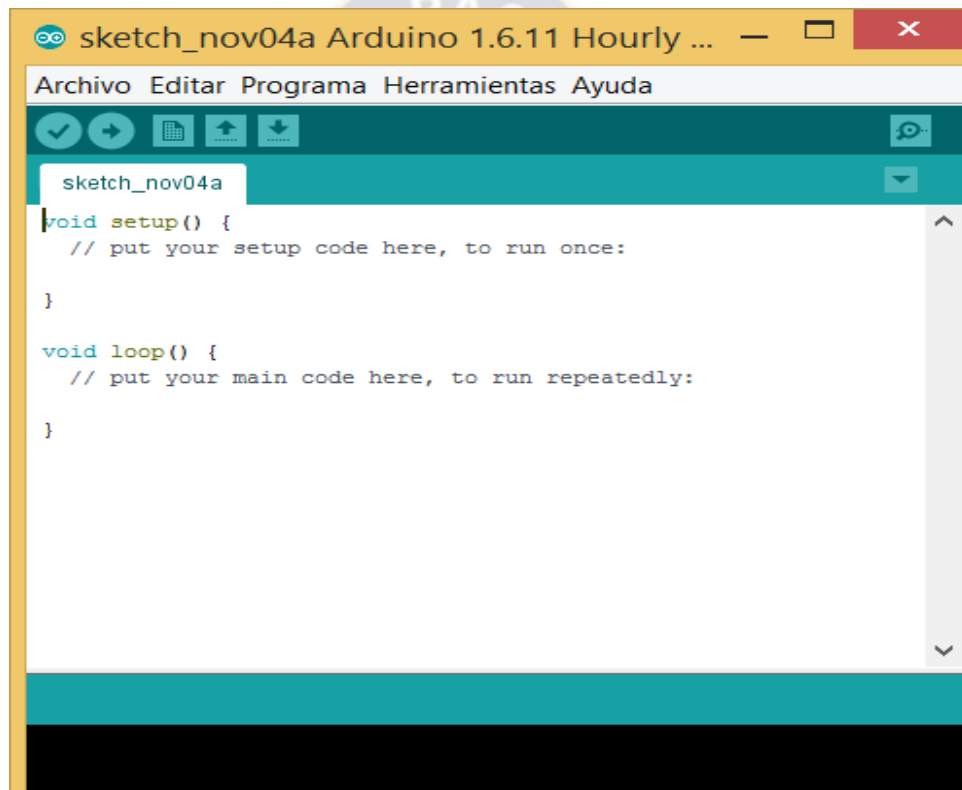
**Fuente:** Anonimo (2017).



## 2.21 IDE DE ARDUINO

Para la programación del Arduino hay dos partes que son el void loop y void setup, donde todo algoritmo que se escriba en void loop el programa se ejecuta una sola vez y todo código del algoritmo que se escriba en void setup se ejecutara en un bucle infinitas veces.

**Figura 2-25.** Programa de IDE Arduino



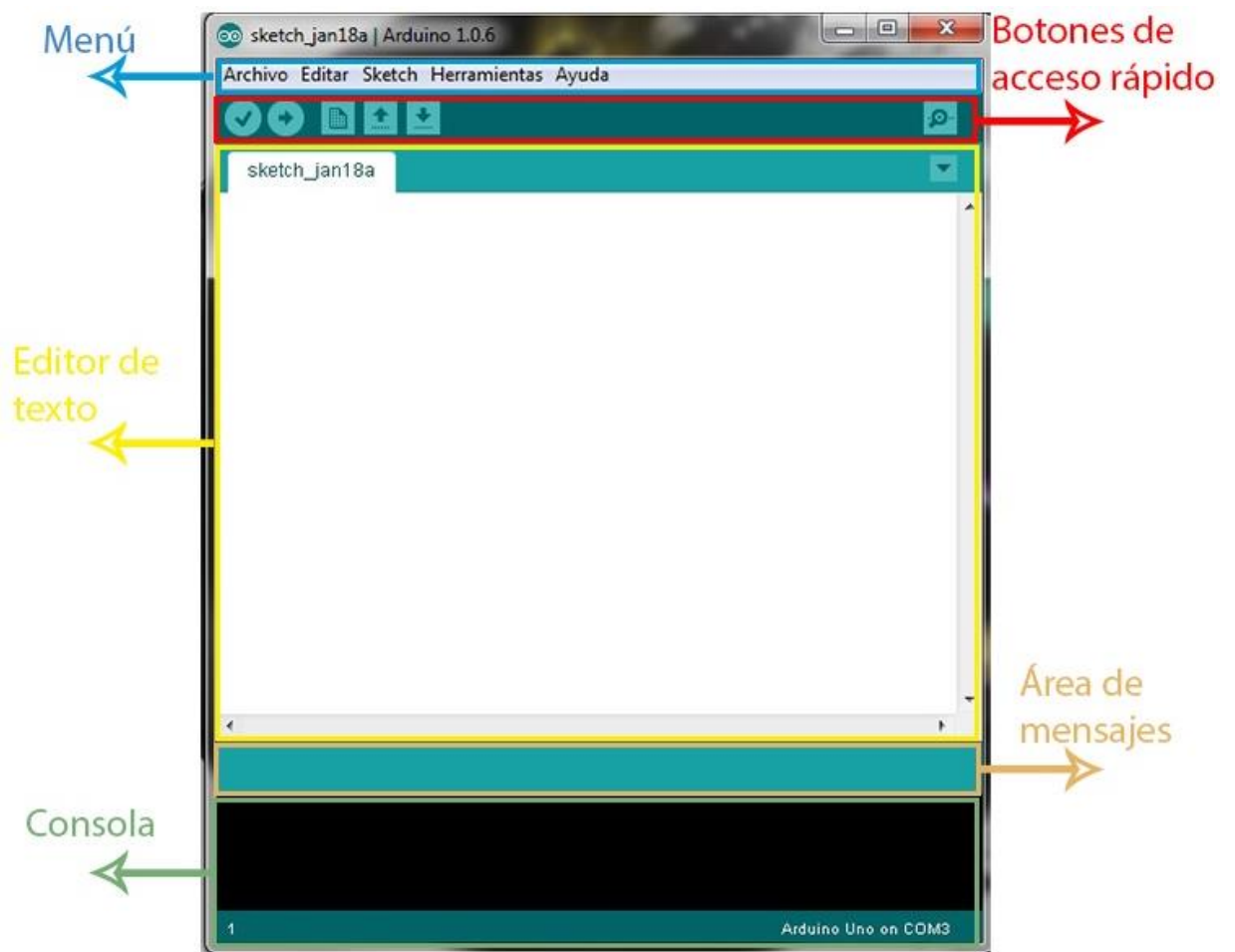
```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
}
```

**Fuente:** Openwebimars (2017).

### 2.21.1 Entorno de Programación y Configuración

Al abrir el programa veremos cómo nos aparece la consola principal del IDE Arduino en la cual podemos ver las siguientes zonas:

**Figura 2-26.** Zonas del IDE de Arduino









**Fuente:** Openwebimars (2017).

En la parte de menú tenemos una zona para acceder a funciones como carga de archivos, edición del texto del código, carga de librerías y ejemplos, configuración, herramientas, etc.

En los botones de acceso rápido tenemos los siguientes iconos:

**Tabla 2-3.** Botones del IDE

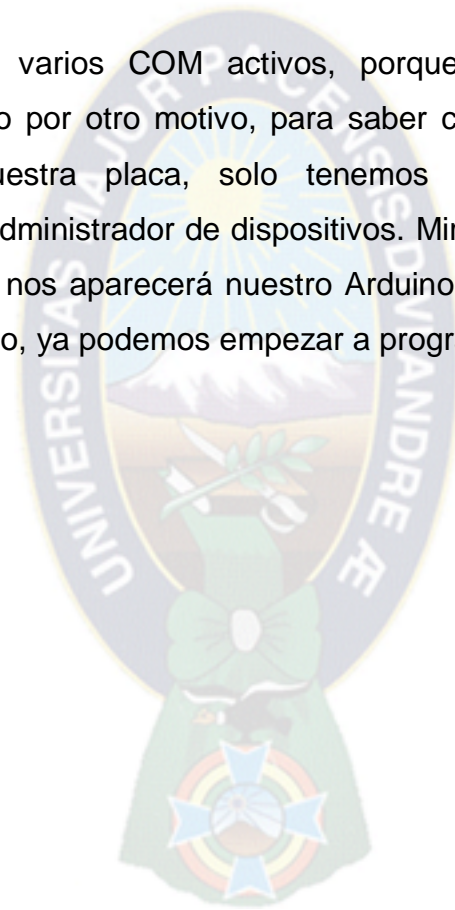
	Verifica si tu programa está bien escrito y puede funcionar.
	Carga el programa a la placa de Arduino tras compilarlo.
	Crea un programa nuevo.
	Abre un programa.
	Guarda el programa en el disco duro del ordenador.
	Monitor Serial

**Fuente:** Openwebimars (2017).

En el cuadro del editor de texto escribiremos el código del programa que se quiere que Arduino ejecute. Finalmente, en el área de mensajes y la consola Arduino nos irá dando información sobre si la consola está compilando, cargando...y sobre los fallos o errores que se produzcan tanto en el código como en el propio IDE.

El siguiente paso que realizaremos será configurar nuestro IDE para que se comunique con nuestra placa Arduino. Para ello conectaremos nuestro Arduino mediante el cable USB al PC y después de que el sistema operativo haya reconocido e instalado la tarjeta automáticamente, nos dirigimos a la zona de menú, pulsamos en Herramientas y después en Tarjeta. Ahí seleccionamos el modelo de tarjeta Arduino que tengamos, en nuestro caso "Arduino Uno".

Se aparecerán varios COM activos, porque estemos usando otros dispositivos serial o por otro motivo, para saber cuál de ellos es el que se comunica con nuestra placa, solo tenemos que irnos a Panel de control/Hardware/Administrador de dispositivos. Miramos la pestaña (Puertos COM y LPT) y ahí nos aparecerá nuestro Arduino y el COM en el que está conectado. Con esto, ya podemos empezar a programar nuestro Arduino.



## **CAPITULO 3**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

#### **3.1 INTRODUCCION**

El presente capítulo se detallará los distintos aspectos que componen el regulador de carga P.W.M con la culminación de un prototipo, tanto la parte de cálculos matemáticos, conexiones eléctricas y la programación informática del microcontrolador.

#### **3.2 PARAMETROS DE DISEÑO**

##### **3.2.1 Parámetros del Actuador de Carga y Descarga de la Batería**

Como se observó en la gráfica 2-15 del capítulo II la batería tiene rangos de carga y descarga pero la mayoría de los fabricantes recomienda lo siguiente:

Batería Cargada se ha determinado que llega al 100 % de su capacidad cuando alcanza el voltaje en vacío sin carga de 12,7 V

Batería Cargada se ha determinado que llega al 0 % de su capacidad cuando alcanza el voltaje en vacío sin carga de 11,9 V, con cargador conectado la tensión máxima es de 14,5 V.

Como es lógico el regulador tiene dos funciones, la primera es evitar el daño de equipos provocados por sobretensiones por encima de los 14,5 V o la tensión máxima que pueden soportar los equipos.

La segunda es proteger al acumulador o batería solar, evitando que se descargue por debajo de los 11,9 V o su umbral de 0% ya que puede provocar daños por sulfatación y reduce la vida útil de la misma.

El presente regulador a diseñar tiene que cumplir las exigencias básicas que demanda una instalación fotovoltaica las cuales serán cumplidas a través del Arduino nano con la ayuda de sus puertos digitales y entradas analógicas.

### **3.2.2 Parámetros de la Fuente de Alimentación**

Para el diseño de la fuente de alimentación se debe considerar dos aspectos voltaje de entrada y voltaje nominal de funcionamiento de los componentes.

DATOS:

**Voltaje de entrada** = Voltaje de la Batería= 12 Voltios

**Voltaje de Salida** = Voltaje de la Electrónica Digital = 5 Voltios

Se usara un regulador que reduzca los 12 +/- 3 voltios a los 5 voltios sea por un regulador monolítico que además tenga la capacidad de suministrar una corriente mayor a 500 [mA] que es la consumida por los circuitos de control.

### **3.2.3 Parámetros de la Batería y Panel solar.**

Según la IEC 60896 o su traducción el Comité Internacional de Electrónica dice que la corriente de carga máxima para una batería es el 10 % de su capacidad dato muy importante para la capacidad máxima del presente proyecto.

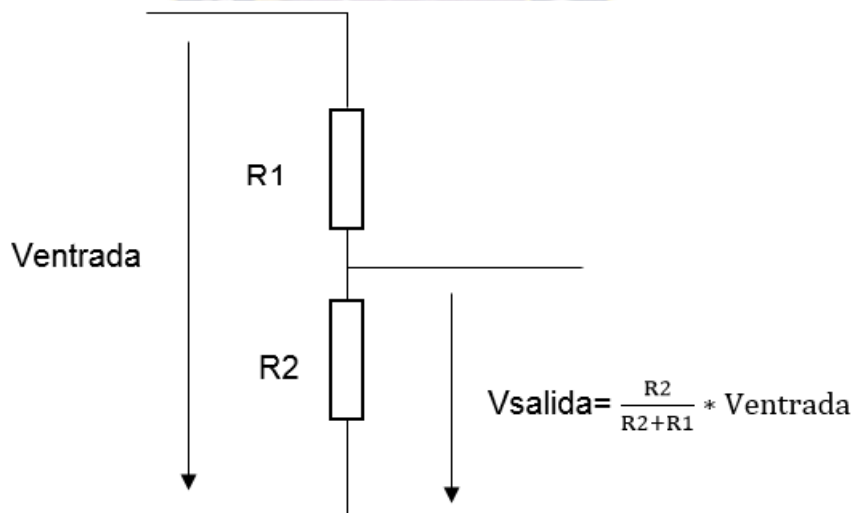
### 3.3 DISEÑO DE COMPONENTES

Para el diseño de los distintitos componentes que ayudaran al buen funcionamiento del regulador de carga a diseñar frente a variaciones de tensión y corriente, se debe considerar los voltajes y corrientes de funcionamiento de los distintos componentes.

#### 3.3.1 Diseño del Sensor de Carga y Descarga

Circuito Divisor de Tensión. El circuito es muy sencillo, solo es necesario 2 resistencias y conectarlas en serie, con una  $V_e$  (tensión de entrada) y una salida en la Resistencia  $R_s$ . La  $R_1$  se usa para dividir la tensión en la zona de salida.  $V_e = V$  en  $R_1 + V$  en  $R_s$ . Como en el siguiente circuito:

**Figura 3-1.** Circuito Divisor de Tensión



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Datos:**

$V_{\text{entrada}} = 14.5$  voltios teórico pero se usara 15 voltios practico

Antes de hallar la  $V_{\text{salida}}$  se debe considerar que el Arduino nano o todo microcontrolador soportan en sus entradas analógicas o digitales máximo la tensión de 5 v.

$V_{\text{salida}} = 5$  voltios para circuitos digitales

$R_1 + R_2 = 10000$  ohmios propuesta del diseñador del proyecto

$$V_{\text{salida}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{\text{entrada}}$$

$$\frac{V_{\text{salida}}}{V_{\text{entrada}}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{5}{15} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ Se observa una relación 1 a 3}$$

$$\frac{R_1 + R_2}{3} = R_2 \text{ Entonces } R_2 \text{ es un tercio de } R_1 + R_2 = 10000/3$$

En el mercado no existe ese valor resistivo por eso se usara un potenciómetro para el divisor de tensión aprovechando sus tres terminales.

### 3.3.2 Diseño de la Fuente de Alimentación

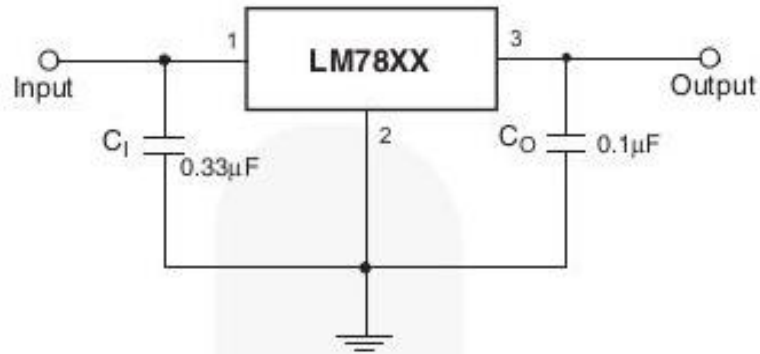
Regulador de voltaje positivo de tipo monolítico 78xx en la mayoría de los desarrollos con Arduino o con programadores Pic, eso disminuye la posibilidad de dañar nuestro circuito debido a oscilaciones en los niveles de tensión, la forma más práctica y simple de lograr esto es mediante.



Las características físicas del componente, son tomadas de la hoja de datos, es importante nunca ingresar con más de 35 voltios a la rama de entrada, es la máxima soportada según el fabricante.

Es importante que el capacitor de la rama de entrada sea por lo menos 3 veces más grande que el de la rama de salida recomendado por su datasheet. Además se midió que el circuito en puesta en marcha tiene un consumo de 450 [mA] con lo que el regulador tendrá que ser capaz de suministrar 1 Amperio como mínimo para futuras mejoras.

**Figura 3-2.** Regulador Monolítico

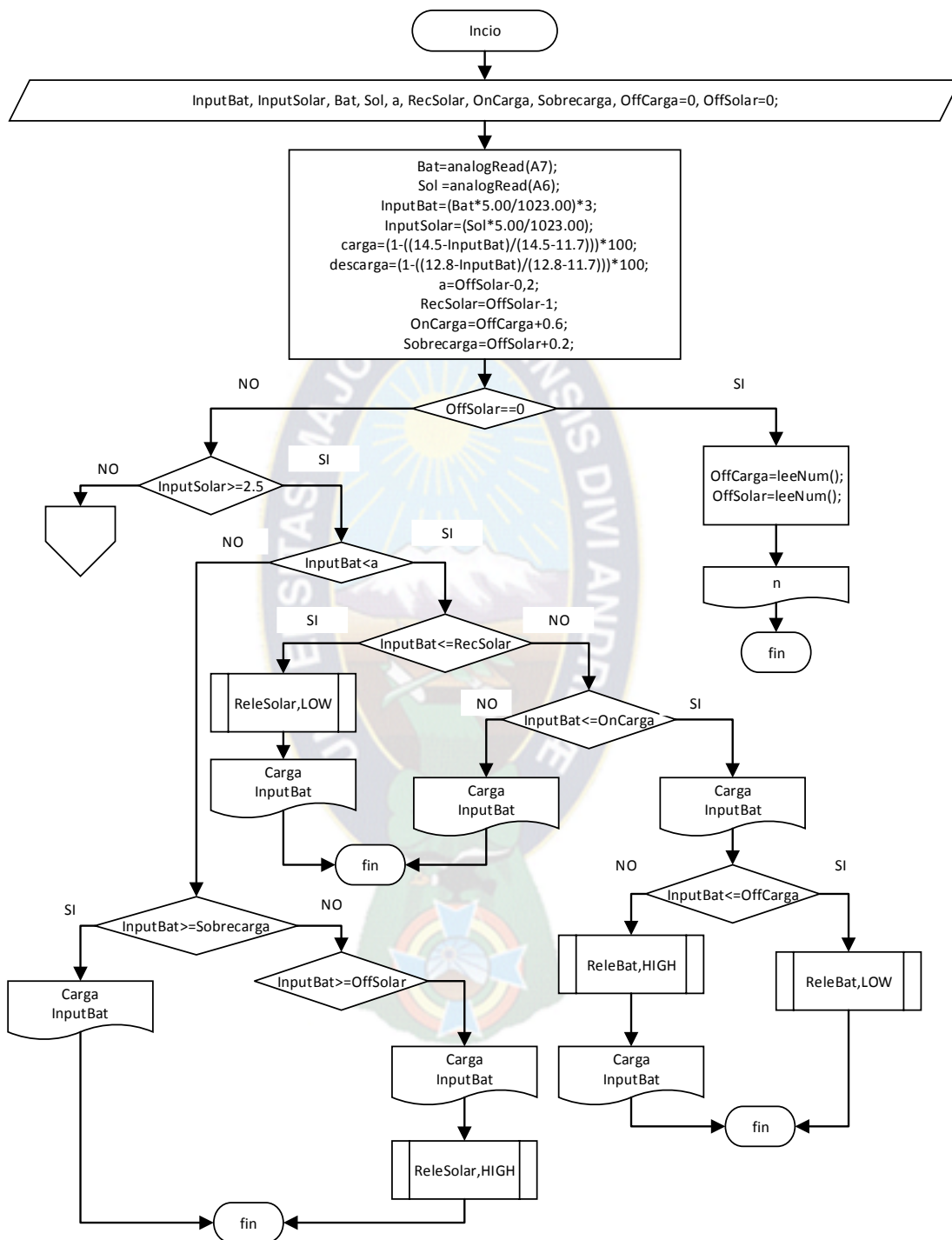


**Fuente:** Openwebimars (2017).

### 3.3.3 Diseño del Algoritmo del Arduino Nano

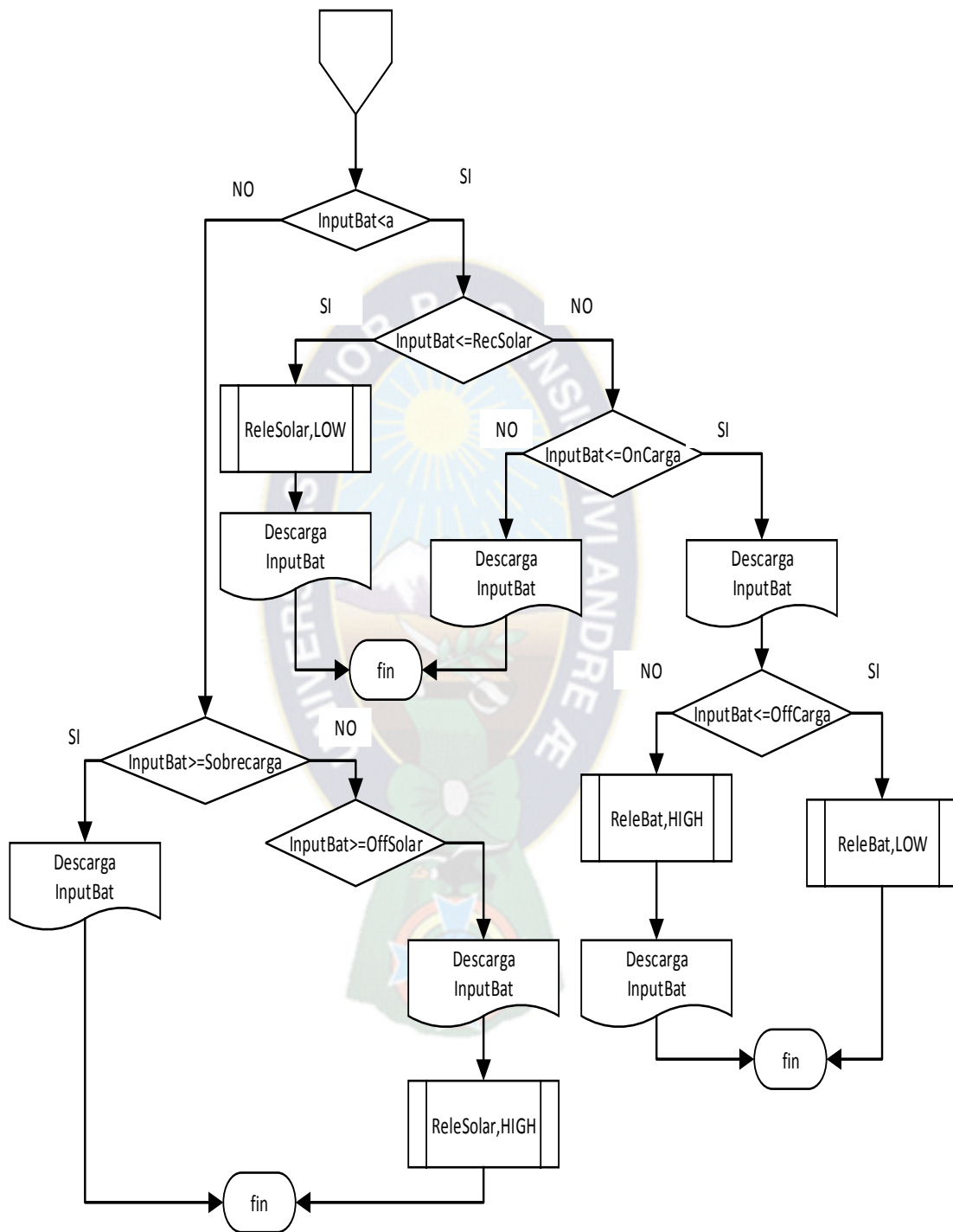
A continuación se realizara una representación gráfica aproximada al algoritmo interno lo más simplificado que sea posible.

**Figura 3-3.** Algoritmo del Regulador P.W.M



**Fuente:** Elaboración Propia (2017).

Figura 3-4. Lógica de Descarga



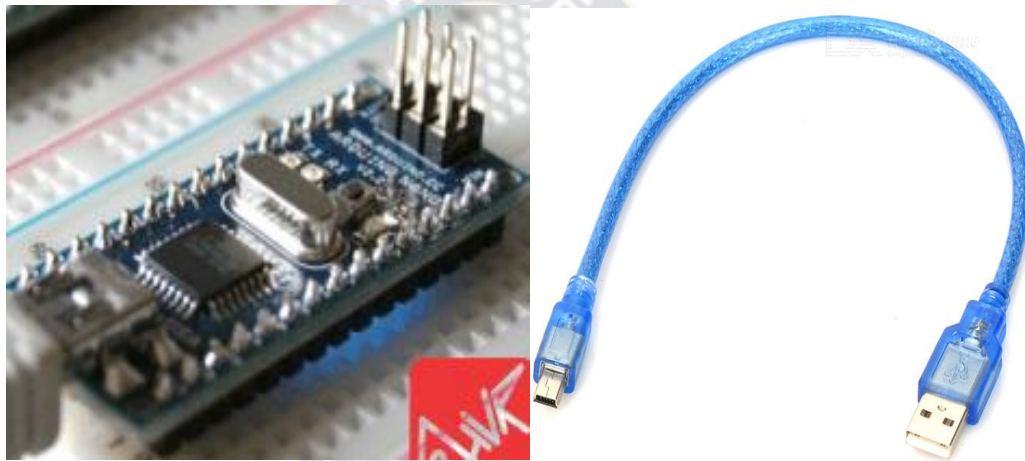
Fuente: Elaboración Propia (2017).

## 3.4 ESPECIFICACIÓN DE COMPONENTES

### 3.4.1 Arduino Nano

Entre las distintas versiones de Arduinos se eligió al Arduino Nano porque tiene un bajo costo, disponibilidad en el mercado, fácil montaje, tiene las características técnicas necesarias para un regulador PWM.

**Figura 3-5.** Arduino Nano y Cable mini usb



**Fuente:** AVR (2017).

### 3.4.2 Regulador de Voltaje

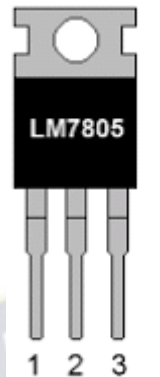
El regulador de voltaje 7805 es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de regular voltaje positivo de 5V a 1A de corriente máxima cumple con las demandas del proyecto, básicamente es un dispositivo que cuenta con 3 pines.

1 = Tensión de entrada

2 = Masa

3 = Tensión de salida

**Figura 3-6.** Pines del Regulador 7805



**Fuente:** Datasheet (2017).

**Tabla 3-1.** Conexión implementada en el 7805

COMPONENTES	CONEXIÓN PINES
Capacitor 100 uf	Entre 1 y 2
Capacitor 10 uf	Entre 2 y 3
Diodo rectificador	Entre (-) y 1

**Fuente:** Elaboración Propia (2017).

### 3.4.3 Potenciómetro

Se utilizara 2 potenciómetros tipo preset de 10 k-ohmios para censar el panel solar y el nivel de carga de la batería, se seleccionó este tipo de potenciómetro para que el cliente no manipule y pueda causar fallos en el equipo regulador de carga.

**Figura 3-7.** Potenciómetro Preste

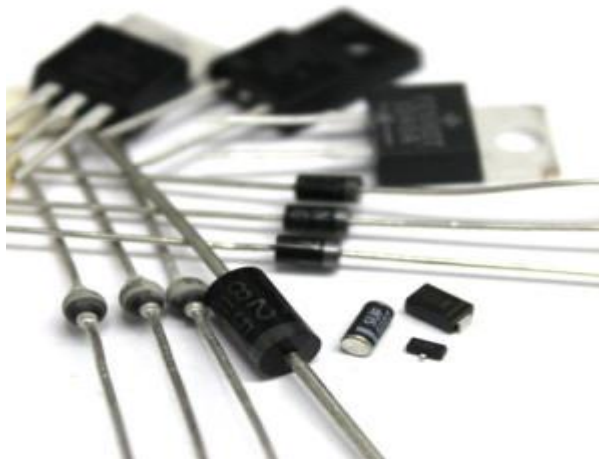


**Fuente:** Anónimo (2017).

### 3.4.4 Diodos

En el proyecto se utilizara un diodo de 1 amperio y un diodo de 5 amperios, ambos son de tipo 1n777 muy comunes ya que satisfacen la aplicación que se le dará según su datasheet del fabricante, y es una de diodo volante en los actuadores relés y como válvula de anti retorno evitando que se descargue la batería sobre el panel solar durante la noche.

**Figura 3-8.** Diodos



**Fuente:** Anónimo (2017).

### 3.4.5 Transistor

Se usara 2 transistores 2N2222 de unión bipolar (BJT) común de NPN utilizado para aplicaciones de amplificación o conmutación de baja potencia de uso general. Se usara dos transistores para amplificar la corriente que maneja el Arduino y así se pueda controlar los relés que intervendrán en el proceso de carga y descarga de la batería.

Figura 3-9. Transistor 2n2222

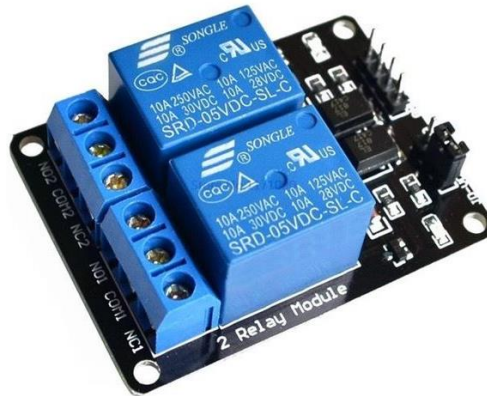


Fuente: Anónimo (2017).

### 3.4.6 Rele

Se utilizara un modulo de dos relés para controlar la carga y el panel solar. Se lo implementara en el proyecto principalmente por que es el rele mas comercial en el mercado con la principal limitante que manjea solo 10 amperios como corriente maxima, es decir por la norma IEC 60896 el presente prototipo se recomienda usar con una bateria de hasta 100 [Amp-hora] a su maxima capacidad .

**Figura 3-10.** Módulo 2 Relé 10 Amperios

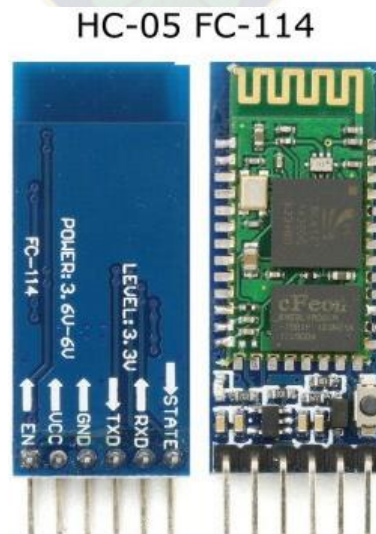


**Fuente:** Anónimo (2017).

### 3.4.7 Modulo HC-05

Se implementara en el regulador un módulo HC-05 para el bluetooth, el criterio para usar este módulo es su fácil conexión y la posibilidad de funcionar tanto como maestro o esclavo, además de contar con conexión 4.0 y tener soporte en la web para actualizar su firmware .

**Figura 3-11.** Módulo HC-05



**Fuente:** Anónimo (2017).



### 3.4.8 Buzzer

Se usara un módulo Buzzer activo para Arduino como una alarma sonora, el criterio por que se usara este módulo es su disponibilidad en el mercado, su fácil conexión, y no tener que programar la frecuencia de tono audible.

**Figura 3-12.** Módulo Buzzer Activo



**Fuente:** Anónimo (2017).

### 3.4.9 Display 1602A

Se usara este tipo de display por su resolución de 16x2, su conexión de 4 bits, posee retroiluminación para verlo en poca iluminación, funciona con 5v y consume muy poca corriente.

**Figura 3-13.** Pines del display físico.



**Fuente:** Anónimo (2017).

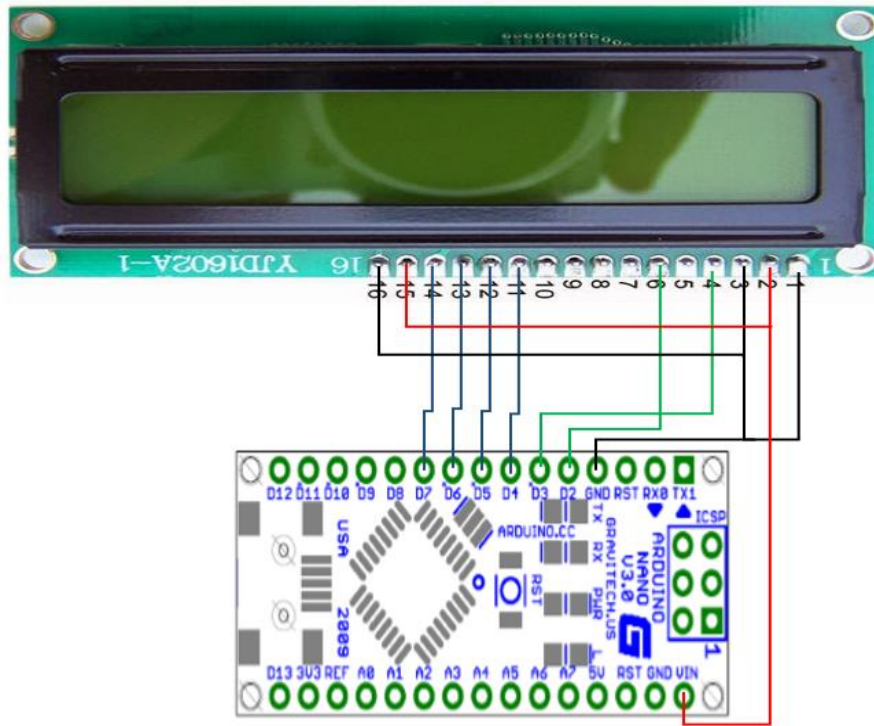
### **3.5 ENSAMBLAJE DE REGULADOR PWM**

En esta parte se detallara gráficamente las conexiones entre las diferentes partes: microcontrolador, sensores, actuadores y otros elementos.

#### **3.5.1 Conexiones Arduino Nano – Display**

A continuación se detalladas conexiones que existen entre el display y el Arduino Nano.

**Figura 3-14.** Display y Arduino



**Fuente:** Elaboración Propia (2017)

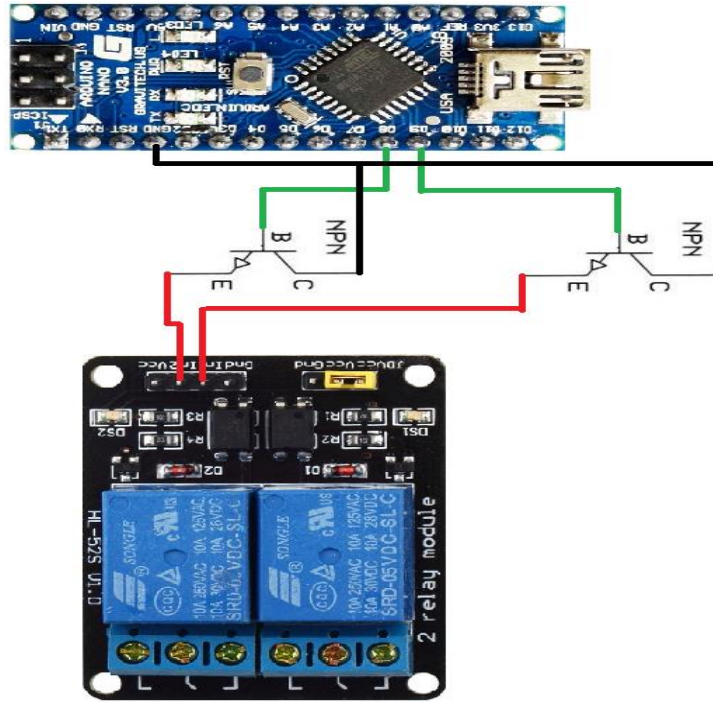
**Tabla 3-2.** Display y Arduino

Pines del Display	Pines de Arduino
2 y 15	Vin
1, 3 y 16	Gnd
4	D3
6	D2
11	D4
12	D5
13	D6
14	D7

**Fuente:** Elaboración Propia (2017).

### 3.5.2 Conexiones Arduino Nano – módulo relé.

Figura 3-15. Módulo Relé y Arduino



Fuente: Elaboración Propia (2018).

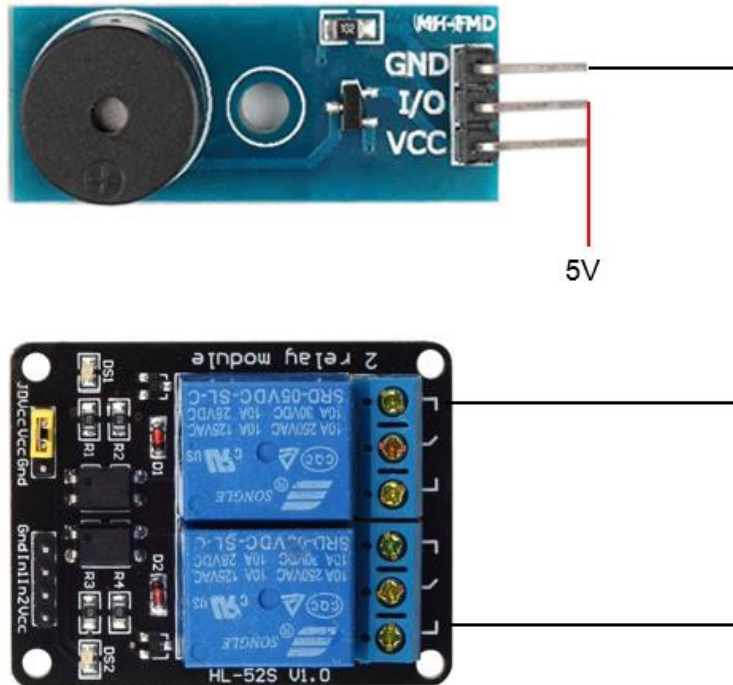
Tabla 3-3. Módulo Relé y Arduino

Pines del Relé	Pines de Arduino
In1	Emisor 1
In2	Emisor 2
gnd	Gnd y Colectores
Vcc	5v
JDVcc	12v o Bat+
Base 1	D8
Base 2	D9

Fuente: Elaboración Propia (2018).

### 3.5.3 Conexiones Arduino Nano – Modulo Buzzer

Figura 3-16. Módulo Buzzer y Arduino



Fuente: Elaboración Propia (2018).

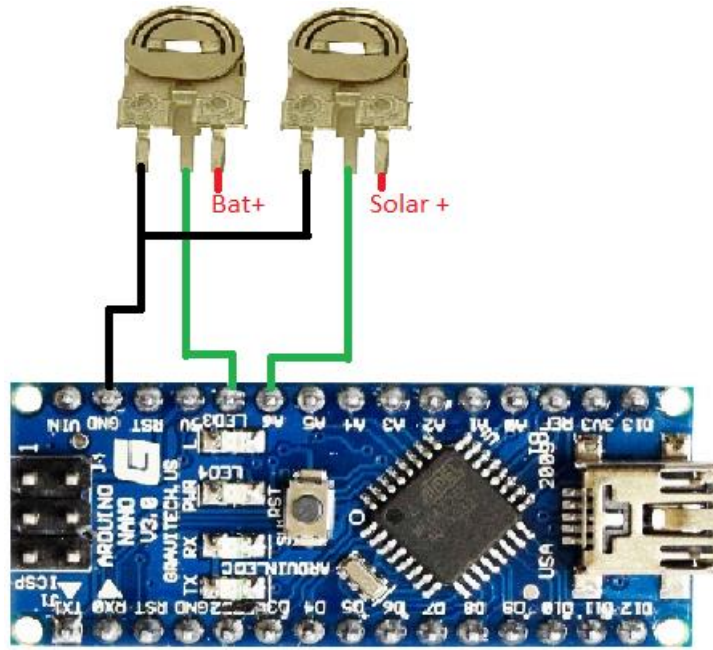
Tabla 3-4. Módulo Buzzer y Arduino

Pines del Buzzer	Pines de Arduino
I/O	5v
Vcc	5v
gnd	NC 1
gnd	NA 2

Fuente: Elaboración Propia (2018).

### 3.5.4 Conexiones Arduino Nano – Preset

Figura 3-17. Conexiones Arduino – Potenciómetros Preset



Fuente: Elaboración Propia (2018).

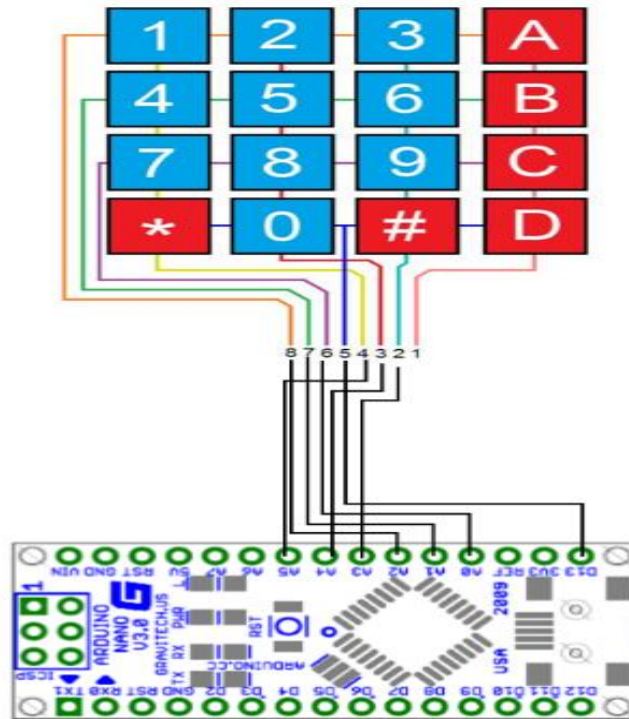
Tabla 3-5. Conexiones Arduino – Potenciómetros Preset

Preset	Arduino
pin 1 y 2 primero	gnd
pin 1 variable	A7
pin 1 tercero	Bateria +
pin 2 variable	A6
Pin 2 tercero	Solar +

Fuente: Elaboración Propia (2018).

### 3.5.5 Conexiones Arduino Nano – Teclado Matricial 4x4

Figura 3-18. Teclado Matricial 4x4



Fuente: Elaboración Propia (2017).

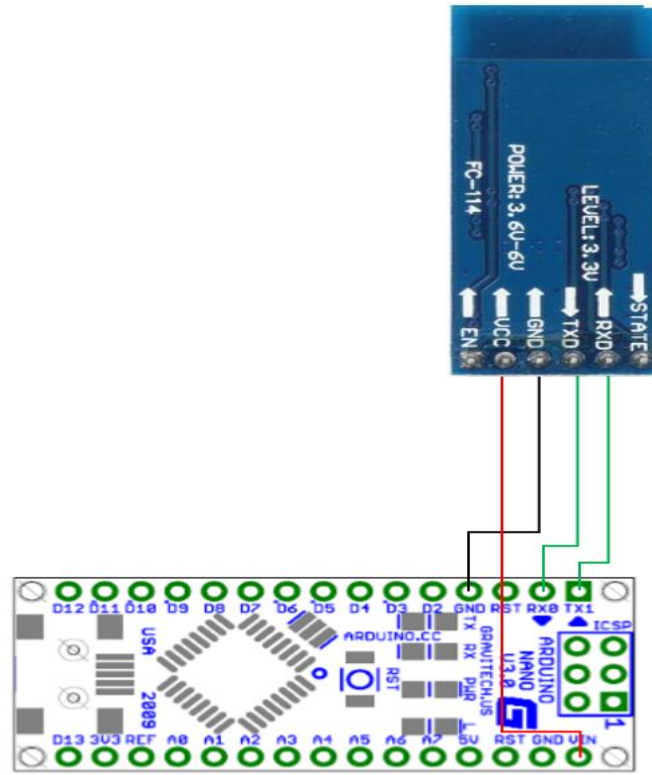
Tabla 3-6. Teclado Matricial 4x4

Pines del Teclado	Pines de Arduino
2	A3
3	A4
4	A5
5	D13
6	A0
7	A1
8	A2

Fuente: Elaboración Propia (2017).

### 3.5.6 Conexión Arduino Modulo HC-05 Bluetooth

Figura 3-19. Módulo Hc-05 en Master



Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 3-7. Módulo Hc-05 en Master

Pines del HC-05	Pines de Arduino
Vcc	Vin
Gnd	Gnd
Rx	Tx
Tx	Rx

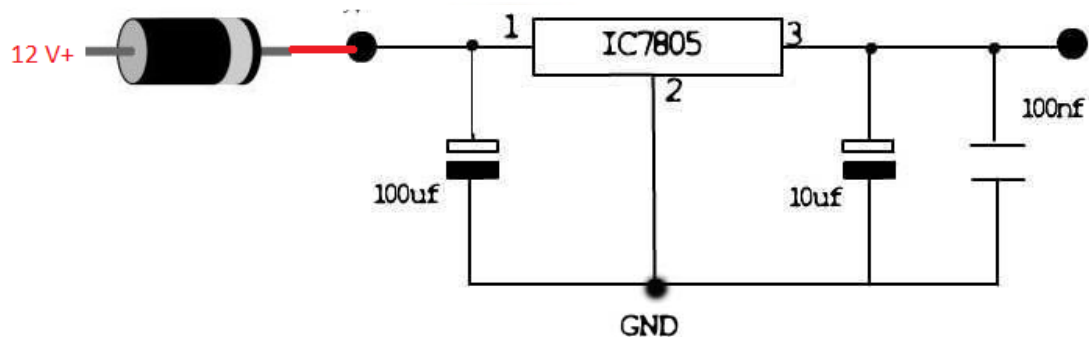
Fuente: Elaboración Propia (2017).



### 3.5.7 Conexión del Regulador LM7805

El objetivo del diodo es evitar las corrientes parasitas ingresen a la parte de control emitidas por las bobinas de los relés. Además con el 7805 se alimentaran el display, el módulo HC05, y módulos relay.

**Figura 3-20.** Conexiones LM7805



**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

**Tabla 3-8.** Conexiones LM7805

Pines del 7805	Pines Varios
1	Diodo
Gnd	2 y Gnd
1	Capacitor 1
3	Capacitor 3

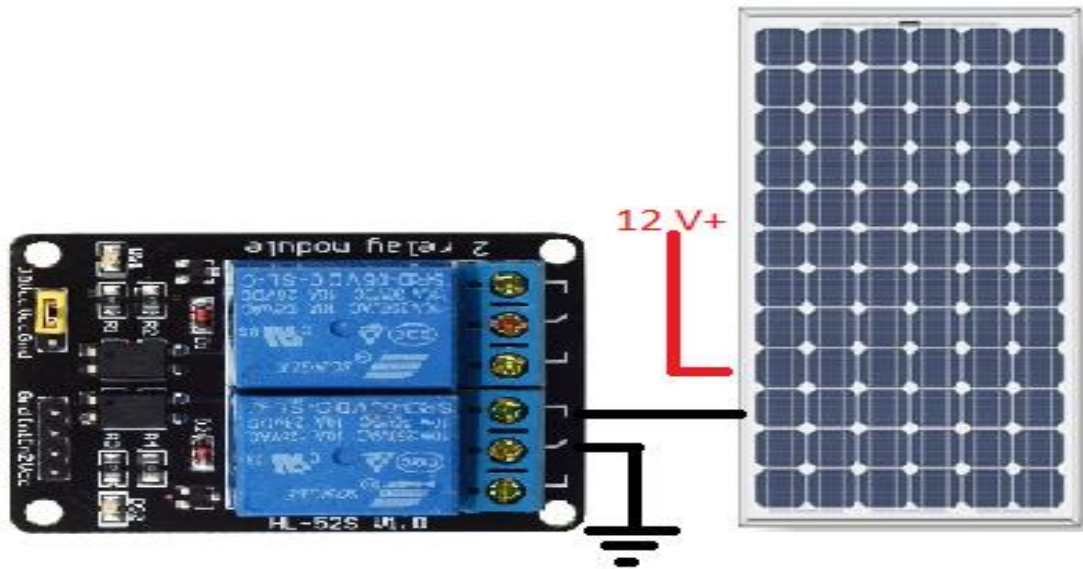
Nota: el capacitor de 100nf es opcional

**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

### 3.5.8 Conexiones Panel Solar

Si la batería se descarga durante la noche poner un diodo rectificador entre 12v+ del panel solar y el 12v+ de la batería.

**Figura 3-21.** Conexión módulo relé y panel solar



**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

**Tabla 3-9.** Conexión módulo relé y panel solar

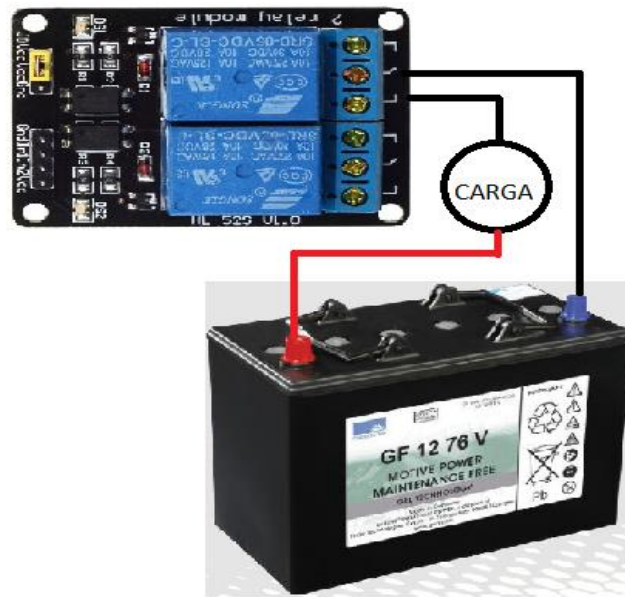
Módulo relé	Pines Panel Solar
NC2	negativo
Medio y preset	gnd
Diodo (opcional)	positivo
Preset 10kohm	positivo

**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

### 3.5.9 Conexiones Batería o Acumulador

La carga es el equipo eléctrico o electrónico que se va a conectar la batería.

**Figura 3-22.** Conexión módulo relé y batería



**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

**Tabla 3-10.** Conexión módulo relé y batería

Módulo relé	batería
NA	carga
Medio y preset	negativo
Diodo (opcional)	positivo
Preset 10kohm	positivo

**Fuente:** Elaboración Propia (2018).

## CAPITULO 4

### COSTOS DEL PROYECTO

#### 4.1 INTRODUCCION

En presente capitulo se ira detallando todos los costos de materiales, instrumento, equipos y gastos varios. Mediante tablas se dará un costo en bolivianos del precio actual del presente proyecto que se encuentra disponible en el mercado electrónico boliviano.

#### 4.2 COSTOS DE MODULOS

Tabla 4-1. Costo de Módulos

<b>MODULOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
Arduino Nano	1	35 bs
Módulo de 2 relés	1	25 bs
Display de 16x2	1	15 bs
Teclado Matricial	1	35 bs
Módulo HC-05	1	50 bs
Modulo Buffer Activo	1	10 bs
<b>Costo Total Equipos</b>	<b>=</b>	<b>170 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia (2017).

### 4.3 COSTO DE MATERIALES

Tabla 4-2. Costo de Materiales

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO
Protoboard	1	15 bs
Cablecillos macho-macho	1 paquete	12 bs
Diodo Rectificador 1 Amp	1	1 bs
Transistores 2n222	2	2 bs
Regulador 7805	1	3 bs
Capacitor 10 uf	1	1 bs
Diodo Rectificador 5 Amp	1	5 bs
Preset de 10000 ohmios	2	2 bs
Resistencia de 220 ohmios	4	1 bs
<b>Costo Total Materiales</b>	<b>=</b>	<b>42 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia (2017).

### 4.4 COSTOS DE MANO DE OBRA

Para la determinación de los costos de la mano de obra se debe conocer el sueldo básico en el año 2017 es de 2000 bs por 30 días de trabajo de 8 horas al día.

#### 4.4.1 Costo de Mano de Obra por Hora

Suelo básico= 2000 bs

Horas trabajo= 8 Hrs\*30 días=240 Hrs al mes

Sueldo hora= Suelo básico / Horas trabajo

Sueldo hora= 2000 bs / 240 hrs

Sueldo hora= 8,3 bs/hrs es decir 8 bs y 30 ctvs

Ahora el tiempo utilizado es de 1/2 día es decir 4 hrs

Costo Mano Obra= 8,3 bs/hrs \*4 hrs

Costo Mano Obra= 33,2 bs

**Costo Total Mano de Obra = 34 bs**

#### 4.5 COSTOS ACCESORIOS

Tabla 4-3. Costo de Accesorios

ACCESORIO	TIEMPO UTILIZADO	COSTO
Fuente Regulable	12 hrs	5 bs
Tester	12 hrs	5 bs
Cable Mini USB	24 hrs	1 bs
<b>Costo Total Accesorios</b>	<b>=</b>	<b>11 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia (2017).

#### 4.6 OTROS COSTOS

Entre otros costos se incluyen los gastos operativos de transporte a las distintas electrónicas para la adquisición de los equipos y materiales.

Gastos Operativos= 30 bs

**Otros Costos = 30 bs**

#### **4.7 COSTO TOTAL**

Para el cálculo total se sumaran todos los costos anteriormente calculados.

$\text{Costo Total} = \text{Costo Módulos} + \text{Costo Materiales} + \text{Costo Mano Obra} + \text{Costo Accesorios} + \text{Otros}$

$\text{Costo Total} = 170 \text{ bs} + 42 \text{ bs} + 34 \text{ bs} + 11 \text{ bs} + 30 \text{ bs}$

$\text{Costo Total} = 287 \text{ bs}$

Ahora considerado una utilidad de 40 % es 114,8 bs

$\text{Precio} = 287 \text{ bs} + 115 \text{ bs}$

**Precio= 402 bs**

#### **4.8 ANALISIS COSTO BENEFICIO**

Para el análisis costo beneficio se monetizara los beneficios comparando con el producto del mercado

De los cálculos anteriores se obtiene que

$\text{Precio}_{\text{proyecto}} = 402 \text{ bs}$

Y de cotizaciones anteriormente se obtuvo en promedio

$\text{Precio}_{\text{mercado}} = 700 \text{ bs}$

Entonces si se compara precios de adquisición se tiene

$\text{Precio}_{\text{proyecto}} < \text{Precio}_{\text{mercado}}$

Ambos modelos no requieren costos de mantenimiento pero el costo de funcionamiento es un punto a favor al presente proyecto ya que no será necesario el operador in situ que revisa en la planta.

Suponiendo que al técnico que opera el funcionamiento de la instalación fotovoltaica se remunerara con un sueldo actual básico es decir 2000 bs/ mes para el consumidor será un ahorro mensual.

Beneficios<sub>proyecto</sub> > Beneficios<sub>mercado</sub>

2000 bs/mes > 0 bs/mes

Entonces el presente proyecto es rentable





## **CONCLUSIONES**

1. Se recopiló información bibliográfica para el diseño de un regulador de carga PWM.
2. Se determinó la situación actual de la implementación de reguladores de carga en instalaciones fotovoltaicas.
3. Se diseñó un regulador de carga PWM:  
Determinando los componentes del regulador PWM  
Determinando el microcontrolador  
Realizando los cálculos de regulador PWM.  
Realizando el estudio de la carga de acumuladores o baterías.  
Generando el circuito electrónico del regulador de carga.  
Fabricando un prototipo del regulador de carga PWM.
4. Se estableció los costos del proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Si desea mejorar el prototipo se puede realizar por conexión wifi para incrementar el regulador.
2. Si desea manejar más potencia cambiar el relé de 10 A para manejar más corrientes.
3. Si desea que la conexión sea ilimitada opte por una conexión Ethernet.

## **BIBLIOGRAFIA**

AGUILAR LÓPEZ, G. (2016). Central solar fotovoltaica en el municipio de Tupiza. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Anónimo. (2014) Recuperado 26 de mayo del 2017  
[www.iadb.org/wmsfiles/products/topics/energy/SE4ALL/](http://www.iadb.org/wmsfiles/products/topics/energy/SE4ALL/)

Anónimo. (2015) Recuperado 24 de mayo del 2017  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

Anónimo. (2016) Recuperado 26 de mayo 2017 Internet-  
[assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf](http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf).

Anónimo. (2017) Recuperado 26 de mayo 2017  
<http://www.solarweb.net/forosolar/formacion-energia-solar/13109-bibliografia-recomendable-energia-solar.html>

ALCOR CABRERIZO, ENRIQUE. (2011). Instalaciones solares fotovoltaicas. España.

Aprendiendoarduino. (2017). Recuperado 26 de mayo 2017

[http://www. Aprendiendoarduino.com](http://www.Aprendiendoarduino.com)

CIEMAT. (2008). Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. España.

Datasheet. (2017). Recuperado 30 de mayo de 2017

<http://www.datasheet.com>

Energética. (2009). Recuperado 26 de mayo 2017  
<http://ayudasenergia.com/guias-energia/guia-energia-solar/>

Renewables. (2016) Recuperado 25 de mayo de 2017  
[http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-06-02/espana-esta-a-punto-de-caerse-del-top-10-mundial-de-la-energia-fotovoltaica\\_1210041/](http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-06-02/espana-esta-a-punto-de-caerse-del-top-10-mundial-de-la-energia-fotovoltaica_1210041/)

Openwebimars (2016) Recuperado el 25 de mayo de 2017

[http://www. Openwebimars.com](http://www.Openwebimars.com)

SAWERS S.A. (2017) Recuperado 25 de mayo del 2017

<http://www.sawers.bo.com>


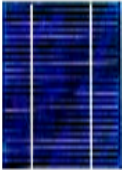

SANTAMARÍA HERRANZ, GERMÁN & CASTEJÓN OLIVA, AGUSTÍN.  
(2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. España.



# ANEXOS





## ANEXO 1

### Anexo 4-1. Tipos de Paneles Solares

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Fuente: Anónimo (2016).

## Anexo 4-2. Tipos de Baterías Utilizadas en Instalaciones Solares.

TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclado profundo.</li> <li>• Tiempos de vida largos.</li> <li>• Reserva de sedimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio elevado.</li> <li>• Disponibilidad escasa en determinados lugares.</li> </ul>	
Arranque (SLI, automóvil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio.</li> <li>• Disponibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes.</li> <li>• Tiempo de vida corto.</li> <li>• Escasa reserva de electrolito.</li> </ul>	
Solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación similar a SLI.</li> <li>• Amplia reserva de electrolito.</li> <li>• Buen funcionamiento en ciclados medios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de vida medios.</li> <li>• No recomendada para ciclados profundos y prolongados.</li> </ul>	
Gel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escaso mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de VI.</li> </ul>	

Fuente: Anónimo (2016).



### Anexo 4-3. Código Fuente del Algoritmo

En el diseño del algoritmo se considera que las entradas analógicas tienen una resolución de 1024 bits es decir que los sensores de voltaje de la batería van desde los 0 = 0 v hasta 1023 bits= 5 v.

```
//codigo para Bluetooth
int
CMD_DIGITALWRITE,CMD_ANALOGWRITE,CMD_TEXT,CMD_READ_AR
DUDROID,MAX_COMMAND,MIN_COMMAND,IN_STRING_LENGTH,MAX_
ANALOGWRITE,PIN_HIGH,PIN_LOW;

#define START_CMD_CHAR '*'
#define END_CMD_CHAR '#'
#define DIV_CMD_CHAR '|'

String inText;
//MiCodigo.....
#include<LiquidCrystal.h>//incluyendo librerias para display
LiquidCrystal lcd (2,3,4,5,6,7);//RS,E,DB4,DB5,DB6,DB7 nombre "lcd"
#define ReleBat 8//definir variables
#define ReleSolar 9
#include<Keypad.h>//incluyendo librerias para teclados

const byte ROWS=4;//# de filas del teclado
const byte COLS=3;//# de columnas del teclado
char keys[ROWS][COLS]=//nombre de teclado "keys"
{//mapeando cada boton del teclado tal y como lo vemos
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};
byte rowPins[ROWS]={19,18,17,16};// pines de columna(8,7,6,5)teclado
byte colPins[COLS]={15,14,13};// pines de fila(4,3,2) teclado
Keypad keypad=Keypad(makeKeymap(keys),rowPins,colPins,ROWS,COLS);
//nombrar el teclado "keypad" en Keypad
float OffCarga=0,OffSolar=0;

void setup() {
  //codigo Bluetooth
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("ArduDroid 0.12 Alpha by TechBitar (2013)");
```

```

Serial.flush();
//mi codigo.....
lcd.begin(16,2);//inicializando el teclado de 16x2 celdas
}

void loop() {
CMD_DIGITALWRITE=10;
CMD_ANALOGWRITE=11;
CMD_TEXT=12;
CMD_READ_ARDUDROID=13;
MAX_COMMAND=20; // max command number code. used for error checking.
MIN_COMMAND=10; // minimum command number code. used for error
checking.
IN_STRING_LENHT=40;
MAX_ANALOGWRITE=255;
PIN_HIGH=3;
PIN_LOW=2;
float InputBat,InputSolar,Bat,Sol,a,RecSolar,OnCarga,Sobrecarga;//declara
variables
int carga,descarga;
Bat=analogRead(A7);
Sol =analogRead(A6);
InputBat=(Bat*5.00/1023.00)*3;
InputSolar=(Sol*5.00/1023.00);
carga=(1-(((14.5-InputBat)/(14.5-11.7))))*100;
descarga=(1-(((12.8-InputBat)/(12.8-11.7))))*100;
a=OffSolar-0,2;
RecSolar=OffSolar-1;
OnCarga=OffCarga+0.6;
Sobrecarga=OffSolar+0.2;
if(OffSolar==0){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CARGA OFF: ");
OffCarga=leeNum();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SOLAR OFF: ");
OffSolar=leeNum();
delay(200);}
else{
//logica de releas
if(InputSolar>=2.5){
//logica *****CARGA DE LA BATERIA*****
if(InputBat<a)//intervalo muerto
{
if(InputBat<=(RecSolar))//***RECONEXION PANEL SOLAR***

```

```

{digitalWrite(ReleSolar,LOW);//Conecta El Panel Solar
  lcd.clear();//limpiando el display
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("LA CARGA:ON ");
    lcd.print(carga);
    lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SOLAR:ON ");
  lcd.print(InputBat);
lcd.print("V");//imprime el numero"Voltios"
} //fin de if 13.9

if(InputBat<=(OnCarga))/**ENCIENDE "LA CARGA"***
{ lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:OFF ");
  lcd.print(carga);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SOLAR:ON ");
  lcd.print(InputBat);
lcd.print("V");//imprime el numero"Voltios"
  if(InputBat<=OffCarga)**APAGA "LA CARGA"***

    {digitalWrite(ReleBat,LOW);
    }
} //fin de if
else{
  digitalWrite(ReleBat,HIGH);
  lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:ON ");
  lcd.print(carga);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SOLAR:ON ");
  lcd.print(InputBat);
  lcd.print("V");//imprime el numero"Voltios"
  } //fin de else 11.7

} //fin if 14.4
else{
  if(InputBat>=Sobrecarga)
  {
    lcd.clear();//limpiando el display

```



```

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(OffSolar);
    lcd.print(OffCarga);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(RecSolar);

    lcd.print(Sobrecarga);
    lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
  }
else{if(InputBat>=OffSolar)/**DESCONECTA "EL PANEL"***
{
  lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:ON ");
  lcd.print(carga);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SOLAR:OFF ");
  lcd.print(InputBat);
  lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
  digitalWrite(ReleSolar,HIGH);//DESCONECTA EL PANEL SOLAR

  }}
}}//fin if 2.5
//*****LOGICA DESCARGA DE LA BATERIA*****
else{

if(InputBat<=12.8)
{

if(InputBat<=12.5)/**ENCIENDE "LA CARGA"***
{
  lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:OFF ");
  lcd.print(descarga);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("NO SOLAR ");
  lcd.print(InputBat);
  lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
  if(InputBat<=11.7)/**APAGA "LA CARGA"***
  {
    digitalWrite(ReleBat,LOW);
    lcd.clear();//limpiando el display

```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("LA CARGA:OFF 0%");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SOLAR OFF ");
lcd.print(InputBat);
lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
  if(InputBat<=11){

    lcd.clear();//limpiando el display
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("CAMBIE YA LA ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BATERIA ");
    lcd.print(InputBat);
    lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
  }
  }//fin if 11.7
} //fin de if 12.5
else{

  digitalWrite(ReleBat,HIGH);
  lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:ON ");
  lcd.print(descarga);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("NO SOLAR ");
  lcd.print(InputBat);
  lcd.print("V ");//imprime el numero"Voltios"
} //fin else 12.5
} //fin if 12.8
else{
  lcd.clear();//limpiando el display
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LA CARGA:ON ");
  lcd.print("100%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SOLAR:OFF ");
  lcd.print(InputBat);
  lcd.print("V");//imprime el numero"Voltios"

} //fin else 12.8
} //fin del else 2.5

```

```

delay(500);

} //fin del if carga-descarga

//codigo bluetooth.....
Serial.flush();
int ard_command = 0;
int pin_num = 0;
int pin_value = 0;

char get_char = ' '; //read serial

// wait for incoming data
if (Serial.available() < 1) return; // if serial empty, return to loop().

// parse incoming command start flag
get_char = Serial.read();
if (get_char != START_CMD_CHAR) return; // if no command start flag, return
to loop().

// parse incoming command type
ard_command = Serial.parseInt(); // read the command

// parse incoming pin# and value
pin_num = Serial.parseInt(); // read the pin
pin_value = Serial.parseInt(); // read the value

// 1) GET TEXT COMMAND FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_TEXT){
  inText = ""; //clears variable for new input
  while (Serial.available()) {
    char c = Serial.read(); //gets one byte from serial buffer
    delay(5);
    if (c == END_CMD_CHAR) { // if we the complete string has been read
      // add your code here
      break;
    }
  }
  else {
    if (c != DIV_CMD_CHAR) {
      inText += c;
      delay(5);
    }
  }
}
}
}

```

```

}

// 2) GET digitalWrite DATA FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_DIGITALWRITE){
  if (pin_value == PIN_LOW) pin_value = LOW;
  else if (pin_value == PIN_HIGH) pin_value = HIGH;
  else return; // error in pin value. return.
  set_digitalwrite( pin_num, pin_value); // Uncomment this function if you
wish to use
  return; // return from start of loop()
}

// 4) SEND DATA TO ARDUDROID
if (ard_command == CMD_READ_ARDUDROID) {
  // char send_to_android[] = "Place your text here." ;
  // Serial.println(send_to_android); // Example: Sending text
  Serial.print("Voltaje de");
  delay(3000);
  Serial.print("La Bateria =");
  delay(4000);
  Serial.println(InputBat); // Example: Read and send Analog pin value to
Arduino
  Serial.print(" voltios ");
  delay (350);

  return; // Done. return to loop();
}

} //fin del LOOP
//creo una funcion para leer el numero
float leeNum()
{
  int dec=NO_KEY,unid=NO_KEY,decima=NO_KEY;
  float n;
  while(dec==NO_KEY){
    dec=keypad.getKey();
  }
  dec=dec&0x0f;
  lcd.print(dec);
  delay(100);
  while(unid==NO_KEY){
    unid=keypad.getKey();
  }
  unid=unid&0x0f;

```

```

lcd.print(unid);
lcd.print(".");
delay(100);
while(decima==NO_KEY){
  decima=keypad.getKey();
}
decima=decima&0x0f;
lcd.print(decima);
delay(100);
n=(dec*10+unid)+(decima/10.0);
return n;
}
//funcion para bluetooth.....
void set_digitalwrite(int pin_num, int pin_value)
{
  switch (pin_num) {

    case 12:
      pinMode(12, OUTPUT);
      digitalWrite(12, pin_value);
      // add your code here
      break;
    case 11:
      pinMode(11, OUTPUT);
      digitalWrite(11, pin_value);
      // add your code here
      break;
    case 10:
      pinMode(10, OUTPUT);
      digitalWrite(10, pin_value);
      // add your code here
      break;

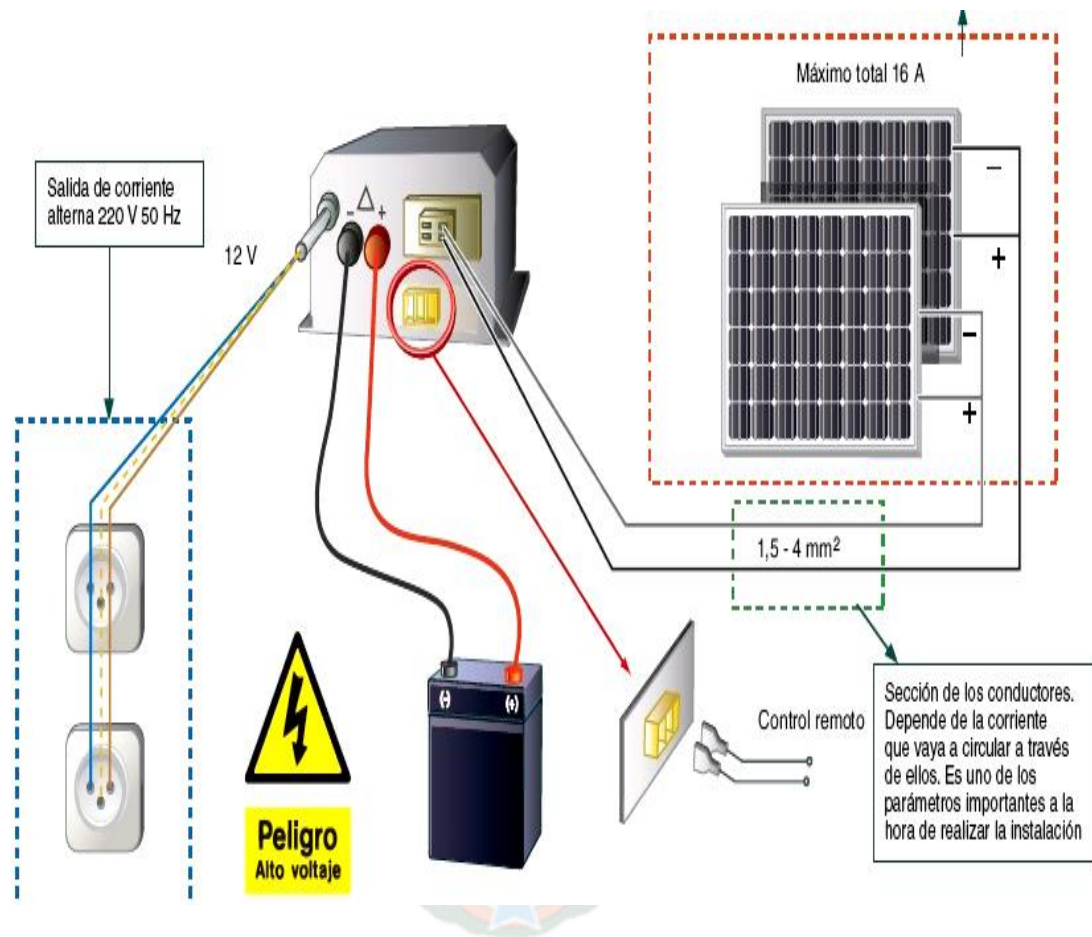
    // default:
    // if nothing else matches, do the default
    // default is optional
  }
}
}

```

**Fuente:** Elaboración Propia (2017).

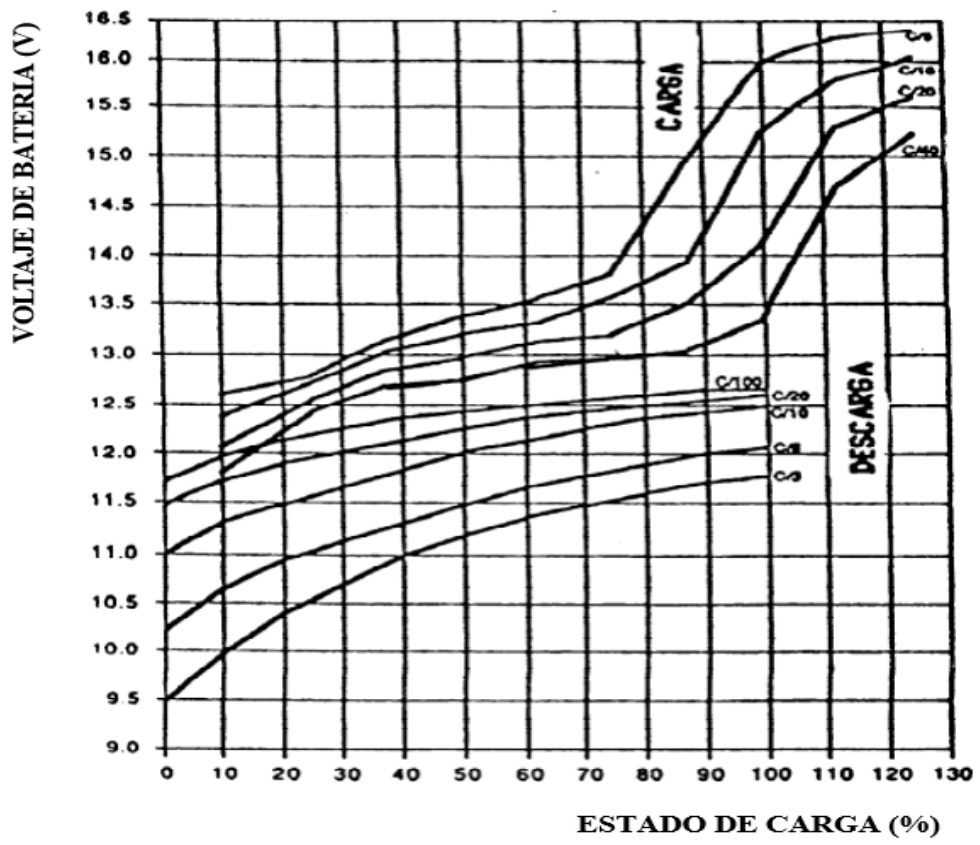
## ANEXO 2

**Anexo 4-4.** Conexión de un inversor-regulador en una instalación autónoma 12 voltios. Además de convertir DC en AC, puede cargar las baterías del sistema.



**Fuente:** Anónimo (2016).

Anexo 4-5. Grafica de descarga y carga



Fuente: Anónimo (2016).



**Anexo 4-6.** Tabla del Regulador 7805

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V <sub>O</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	4.8	5.0	5.2	V	
		5.0mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1.0A, P <sub>O</sub> ≤ 15W V <sub>I</sub> = 7V to 20V	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	T <sub>J</sub> = +25 °C	V <sub>O</sub> = 7V to 25V	-	4.0	100	mV
			V <sub>I</sub> = 8V to 12V	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	T <sub>J</sub> = +25 °C	I <sub>O</sub> = 5.0mA to 1.5A	-	9	100	mV
			I <sub>O</sub> = 250mA to 750mA	-	4	50	
Quiescent Current	I <sub>Q</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI <sub>Q</sub>	I <sub>O</sub> = 5mA to 1.0A	-	0.03	0.5	mA	
		V <sub>I</sub> = 7V to 25V	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	ΔV <sub>O</sub> /ΔT	I <sub>O</sub> = 5mA	-	-0.8	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	V <sub>N</sub>	f = 10Hz to 100KHz, T <sub>A</sub> = +25 °C	-	42	-	μV/V <sub>O</sub>	
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V <sub>O</sub> = 8V to 18V	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V <sub>Drop</sub>	I <sub>O</sub> = 1A, T <sub>J</sub> = +25 °C	-	2	-	V	
Output Resistance	r <sub>O</sub>	f = 1KHz	-	15	-	mΩ	
Short Circuit Current	I <sub>SC</sub>	V <sub>I</sub> = 35V, T <sub>A</sub> = +25 °C	-	230	-	mA	
Peak Current	I <sub>PK</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	-	2.2	-	A	

**Fuente:** Anónimo (2016).



#### Anexo 4-7. Tabla de Parámetros del Arduino Nano

Microcontrolador	Atmel ATmega168 o ATmega328
Voltaje de funcionamiento (nivel lógico)	5 V
Tensión de entrada (recomendado)	7-12 V
Tensión de entrada (límites)	6-20 V
Digital I / O Pins	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Analog Input Pins	8
Corriente CC por pin de E / S	40 mA
Memoria flash	16 KB ( ATmega168 ) o 32 KB ( ATmega328 ) de los cuales 2 KB utilizado por gestor de arranque
SRAM	1 KB ( ATmega168 ) o 2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	512 bytes ( ATmega168 ) o 1 KB ( ATmega328 )
Velocidad de reloj	16 MHz
Dimensiones	0,73 "x 1,70"
Longitud	45 mm
Anchura	18 mm
Peso	5 g

**Fuente:** Anónimo (2016).

**Anexo 4-8. Proyecto en Funcionamiento**



**Fuente:** Elaboración Propia