



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA VIVIENDA RURAL MEDIANTE ENERGÍA
SOLAR CONTROLADO POR ARDUINO**

AUTOR:

JOSE ASIENCIO MORALES QUISAGUANO

TUTOR:

FLAVIO MORALES MG.

AÑO: 2018

DECLARACIÓN

Yo, José Asiencio Morales Quisaguano, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional, y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Israel, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido en su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

José Asiencio Morales Quisaguano

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA VIVIENDA RURAL MEDIANTE ENERGÍA SOLAR CONTROLADO POR ARDUINO.”**, presentado por el Sr. José Asiencio Morales Quisaguano, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., abril del 2018

Ing. Flavio Morales Arévalo, Mg

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa Universidad, y en especial a la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones; que en el transcurso de estos años supo brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad y sobre todo para mi país.

Y en especial para todos mis padres, esposa, hijas, profesores, amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

José Asiencio Morales Quisaguano.

DEDICATORIA

Nunca es demasiado tarde para ser quien quiere ser, no hay límite de tiempo, empieza cuando quieras, puedes cambiar o quedarte ahí” yo por mi parte decidí avanzar; junto al apoyo de mi esposa y mis hijas he logrado alcanzar mis metas. Gracias por ayudarme a comprender que con mis manos y mi mente tengo la oportunidad de triunfar como profesional, como padre y principalmente como ser humano, por último y más importante a Dios por bendecirme y rodearme de las mejores personas, que han servido de apoyo para mi desarrollo integral.

José Asiencio Morales Quisaguano.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Antecedentes de la situación objeto de estudio	4
Planteamiento del Problema	4
Justificación.....	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	6
Descripción de los capítulos	6
1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1.1 . Antecedentes	7
1.1.1. Energía solar	7
1.1.2. Sistemas Fotovoltaicos en Ecuador	12
1.1.3. Acumuladores o Baterías.....	14
1.1.4. Reguladores de carga.....	17
1.1.5. Tecnología Arduino.....	19
1.1.6. Marco conceptual	20
2. CAPÍTULO II: PROPUESTA.....	22
2.1. Solución tecnológica del proyecto	23
2.1.1. Arduino mega 2560	23

2.1.2. Panel solar	24
2.1.3. Batería.....	24
2.1.4. Inversor.....	26
2.2. Diagrama de flujo del sistema	27
2.3. Diagrama de Bloques Estructural del Sistema	27
2.4. Dimensionamiento de paneles solares.....	28
2.6. Ventajas del producto	31
3. CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN.....	32
3.1. Hardware.....	32
3.2. Software.....	34
3.3. Implementación de sistema de iluminación.....	35
3.4. Pruebas de funcionamiento.....	39
3.5. Análisis de resultados	41
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	47
ANEXOS.....	50

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura. 1.1. Panel Solar	8
Figura. 1.2. Sistema Fotovoltaico	10
Figura. 1.3. Efecto Fotovoltaico	11
Figura. 1.4. Sistema Fotovoltaico autónomo	12
Figura. 1.5. Diagrama de funcionamiento de una pila.....	15
Figura. 1.6. Baterías de Acido-Plomo	15
Figura. 1.7. Regulador de carga solar	18
Figura. 1.8. Partes de un Microcontrolador	19
Figura. 1.9. Modelos de Arduino.....	20
Figura. 2.1. Diagrama de una Instalación Fotovoltaica autónoma	22
Figura. 2.2. Arduino Mega 2560	23
Figura. 2.3. Panel solar	24
Figura. 2.4. Batería	25
Figura. 2.5. Terminal Tipo T3	26
Figura. 2.6. Diagrama de flujo del funcionamiento del Sistema	27
Figura. 2.7. Diagrama de bloques estructural del sistema	28
Figura. 3.1. Esquema electrónico de conexiones de dispositivo de control (Parte 1). ...	33
Figura. 3.2. Esquema electrónico de conexiones de dispositivo de control (Parte 2). ...	33
Figura. 3.4. Controlador de carga/descarga de batería, activación/desactivación de diferentes salidas.....	35
Figura. 3.5. Panel solar de 50W.	36
Figura. 3.6. Dispositivo de conexión del panel.	36

Figura. 3.7. Batería de alta profundidad para alimentación cuando no exista carga del panel	37
Figura. 3.8. Inversor de corriente directa a corriente alterna de 300w	37
Figura. 3.9. Lámpara de 10W/12V	38
Figura. 3.10. Implementación de dispositivo de control con sus elementos periféricos.	38
Figura. 3.11. Esquema de funcionamiento de sistema de panel solar.	39
Figura. 3.12. Interface con valor de corriente y voltaje de una sola salida activada.	40
Figura. 3.13. Interface con valor de corriente y voltaje de todas las salidas activadas. .	41
Figura. 3.14. Interface con valor de corriente y voltaje con todas las salidas desactivadas.	41

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla. 1.1. Costo por Watt de Panel Solar, para generar un vatio.....	9
Tabla. 2.1. Lista de Materiales	30
Tabla. 2.2. Costo Total	31
Tabla. 3.1. Tabla de pruebas de consumo medido, calculado con cuatro lámparas de 12V/10W	42
Tabla. 3.2. Tabla de panel y batería - cargas que soportan.....	42
Tabla. 3.3. Tabla de consumo y duración de la batería sin carga.....	43

LISTA DE ECUACIONES

	Página
Ecuación 1. Ecuación de la potencia.	28

RESUMEN

Este trabajo investigativo tiene como objetivo principal el emplear energía solar para la obtención de energía eléctrica, la cual permitirá alimentar un sistema de iluminación en cuatro ambientes de una casa ubicada en el área rural; implementando un circuito inteligente que será controlado por Arduino; mismo que se encargará de controlar las horas de funcionamiento. Tomando en cuenta el consumo energético mencionado anteriormente se utilizará tecnología LED la cual tiene grandes ventajas de ahorro en la conversión y bajo consumo de energía, siendo una alternativa muy recomendable tanto en el aspecto económico como técnico.

Se procedió a calcular la demanda de los reflectores LED que son utilizados, además de evaluar su eficiencia cada uno de los elementos de nuestro sistema fotovoltaico; esto con el fin de garantizar la eficacia de la iluminación que es brindada a las habitaciones que cuentan con luz led. Este suministro de energía se extenderá los 365 días del año, con una garantía de 25 años aproximadamente, demostrando así el óptimo trabajo que puede brindar este tipo de equipo, por otra parte, dentro del trabajo se tomó en cuenta la ubicación geográfica que tenemos con un promedio de 4 horas pico solar por día. Además, se tomaron datos de: corriente y voltaje real, para determinar la capacidad de generar energía en un día soleado, nublado, lluvioso, etc. Obteniendo datos tentativos de potencia (watts): día nublado 200W, día soleado 350W, día lluvioso y sol 120W, llegando a la certeza de que el sistema generador de energía siempre suplirá la demanda energética requerida.

Palabras clave: Energía solar; Energía eléctrica; Panel solar; Sistema de iluminación; Pico solar.

ABSTRACT

In this research work, the main objective is to use solar energy to obtain electrical energy, which will feed a lighting system in four environments of a house located in the rural area; implementing an intelligent circuit that will be controlled by arduino which will take care of the hours of operation. Taking into account, the energy consumption mentioned above, LED technology would be use, which has great energy advantages in the conversion and low energy consumption, being a highly recommended alternative both economically and technically.

We proceeded to calculate the demand of the led reflectors that are used, in addition to evaluate each of the elements of our photovoltaic system; this in order to guarantee the efficiency of the lighting that is provided to the rooms that have led light. This energy supply will be extended 365 days per year, with a warranty of approximately 25 years, demonstrating the optimum work that this type of equipment can offer, on the other hand, within the work we took into account the geographic location that we have with an average of 3 solar peak hours per day.

In addition, data are taken from real current and voltage, to determine the capacity to generate energy on a sunny, cloudy, rainy day, etc. Obtaining tentative data of power (watts): cloudy day 200W, sunny day 350W, rainy day and sun 120W, arriving at the certainty that the power generating system will always supply the required energy demand.

Keywords: Solar energy, Electrical energy, Solar panel, Lighting system, Peak solar.

INTRODUCCIÓN

El trabajo expuesto se origina en la necesidad de resolver la creciente contaminación del medio ambiente, debido a varios factores, entre uno de ellos la quema de combustibles, carbón entre otros, utilizados para la generación de energía eléctrica.

Una de las alternativas que permiten generar energía eléctrica de una manera efectiva y que no dañe el medio ambiente es la energía solar, como se sabe es una fuente de energía infinita más que todo ecológica. Utilizar la energía del sol para generar energía eléctrica, es muy importante, porque mediante esta energía se puede llegar a lugares muy lejanos, donde no tienen acceso a este servicio de energía eléctrica, generando un gasto económico muy grande para a las empresas eléctricas, llegar a los lugares alejados de la ciudad con el tendido eléctrico es mucha inversión.

En la actualidad la electricidad se ha convertido en una necesidad importante para el ser humano, de manera que su ausencia causa molestia sin embargo no en todos los lugares de nuestro país cuentan con dicho servicio.

Es necesario, la implementación del sistema de energía solar fotovoltaica, para que las personas de lugares alejados de la ciudad, gocen de la iluminación durante la noche ya que esto permitirá resolver diferentes emergencias.

Tomando en cuenta el consumo energético mencionado anteriormente se utilizará tecnología LED, la cual tiene grandes ventajas energéticas en la conversión y bajo consumo de energía, siendo una alternativa muy recomendable tanto en el aspecto económico como técnico.

Antecedentes de la situación objeto de estudio

En la actualidad un tema de gran envergadura es la crisis energética en el mundo, la cual ha aumentado de forma alarmante debido a la gran demanda de energía eléctrica, en especial por las industrias y viviendas resultado del crecimiento poblacional.

Teniendo en cuenta que las formas de proporcionar energía eléctrica provocan día tras día un alto grado de emisiones de contaminantes a la atmósfera, el principal aporte de la realización de este proyecto es: contribuir con la situación ambiental del planeta y en especial del Ecuador procurando incentivar en las personas el consumo de energía solar como una de las principales alternativas de generación de energía eléctrica y a la vez ayudando a reducir el efecto invernadero, teniendo en cuenta que la radiación solar es recurso inagotable, no contaminante, gratuito y por la zona geográfica del Ecuador muy beneficioso para ser explotado, convirtiéndolo en una alternativa de energía.

Planteamiento del Problema

El creciente desarrollo industrial y de consumo ha traído como consecuencia el deterioro del medio ambiente a través de las emisiones de CO₂ y otros gases que además de destruir la capa de ozono afectan a la salud humana. La energía solar se plantea como una solución para la reducción de emisiones de CO₂. Por este motivo, los gobiernos de los países como China, Alemania, Estados Unidos y en América Latina Brasil, están invirtiendo en el uso de energías renovables y una de las que se ha desarrollado con mayor rapidez es la solar.

Derivado del hecho de que los paneles solares tienen una baja eficiencia de conversión de energía solar a eléctrica, y debido a que la radiación solar captada por el panel varía con el tiempo.

Justificación

Por lo mencionado anteriormente se propone crear un prototipo de sistema de iluminación alimentado por energía solar que se instalará como fuente de energía para un ambiente de 4 habitaciones, controlado por una placa electrónica Arduino atmega; el cual tiene integrado el software para el control de encendido y apagado de las salidas del dispositivo. El sistema de control estará alimentado con la misma energía obtenida por el panel solar.

La idea principal, es que dicho prototipo pueda ser de utilidad para empresas o personas con diferentes usos mediante esta tecnología de bajo consumo a fin de que se pueda tener una carga continua de energía renovable.

La diferencia con sistemas actuales, es que este permite controlar: la carga de la batería, salidas para los dispositivos de iluminación Led, salida a un inversor que convierte de corriente continua a alterna, con un software libre fácil de encontrar que se puede reprogramar de acuerdo a la necesidad para otras cargas que requiera el usuario, además es digital con lo que se garantiza su eficaz funcionamiento con este proyecto investigativo, a diferencia que el controlador que se utiliza en la actualidad en este tipo de instalación es cerrado por lo que no se puede manipular y esta construido para cumplir una sola función, para lo que fue diseñado.

Objetivo General

- Desarrollar un sistema de iluminación para vivienda rural mediante energía solar controlado por Arduino.

Objetivos Específicos

- Determinar el método óptimo para identificar los tipos de tecnologías solares.
- Desarrollar el controlador para el circuito regulador de voltaje, con medidor de nivel de carga y consumo de energía.
- Calcular y diseñar el consumo de carga para alimentar en cuatro áreas de una casa.
- Implementar el sistema de iluminación mediante la energía solar.
- Analizar los resultados de las pruebas de funcionamiento.

Descripción de los capítulos

El presente proyecto consta de los siguientes capítulos: En el primer capítulo, se presenta información acerca de la tecnología que se emplea, proyectos en los que basa el prototipo e información acerca de los componentes principales, como la tarjeta electrónica de desarrollo Arduino, panel solar, regulador de carga.

En el segundo capítulo, se detalla el diseño realizado, *hardware* y *software* empleado, los diagramas de bloques y diagramas de flujo del funcionamiento del sistema.

En el tercer capítulo se explica el desarrollo del proyecto, la construcción del sistema fotovoltaico capaz de proveer energía a un domicilio, las pruebas de funcionamiento del sistema completo.

Finalmente, se listan las conclusiones y recomendaciones recopiladas durante la realización del prototipo, así como también las fuentes bibliográficas y anexos.

1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 . Antecedentes

1.1.1. Energía solar

La energía solar es la forma de energía renovable más abundante sobre la tierra, que se obtiene aprovechando la radiación electromagnética del sol, a través de diferentes captadores de luz y calor, se obtiene energía eléctrica y térmica, son las más usadas en la actualidad.

Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según como capturan, convierten y distribuyen la energía solar (Electrodragon, 2016).

En la actualidad existen tres formas para aprovechar la energía solar:

- La energía solar pasiva, es una forma muy antigua, que se refiere a la utilización de la energía solar, sin la necesidad de equipos o dispositivos intermedios.
- La energía solar fotovoltaica, en este caso usa las propiedades del silicio (elemento químico no metal, sólido, extraído del cuarzo y otros minerales; Utilizado en la industria como componente de las aleaciones de silicio y acero, para la fabricación de transistores y circuitos integrados) para suministrar de voltaje a unidades autónomas o para abastecer la red eléctrica pública.
- La energía solar térmica, este tipo de técnica se usa para el calentamiento de agua, para su uso residencial, como una forma de calefacción.

La oferta de energía eléctrica, determinada por su potencia nominal generada por fuentes renovables, la constituían: hidroelectricidad 49,82 %; biomasa 1,96 %; fotovoltaica 0,36 %; eólico 0,29 %; biogás y el 57,54 % corresponde a fuentes que usan combustibles fósiles (UBICATV, 2014).

Paneles solares

Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que aprovechan la energía solar para ser transformada en energía eléctrica y ser utilizada, casi no requieren de mantenimiento, porque no contienen partes frágiles, como se muestra en la Figura 1.1.



Figura. 1.1. Panel Solar

Fuente: (SIVASA, 2018)

Tipos de paneles

Paneles solares cristalinos

Son el tipo más común de panel fotovoltaico, capaces de tener hasta 20% de eficiencia, la tecnología con que son creados hace que como norma tengan 25 años de garantía de fiabilidad como por su tipo de fabricación muy compacta y no tiene partes frágiles. Existen dos variedades: paneles monocristalinos y policristalinos (Allorganics21, 2016).

Paneles flexibles

Son menos costosos porque requieren menor cantidad de material activo y también son más ineficientes, sólo un 10%, al requerir más área por watt de potencia.

La Tabla 1.1, indica el costo de los paneles solares por watt de potencia para los países de Latinoamérica, los datos fueron obtenidos a través de una minuciosa investigación realizada por CEMAER (Centro de Estudios en Medio Ambiente y Energías Renovables), considerando los costos de distintas marcas y tipos de paneles solares (Allorganics21, 2016).

Tabla. 1.1. *Costo por Watt de Panel Solar, para generar un vatio.*

	Monocristalinos		P olicristalinos		Flexibles
	140-160W	240-260W	140-160W	240-260W	100-120W
México [\$/W]	0.79	0.87	0.79	0.67	1.22
Colombia [\$/W]	1.63	1.35	1.23	1.04	1.57
Chile [\$/W]	0.88	1.10	0.98	1.07	3.18
Argentina [\$/W]	2.07	1.72	2.41	1.80	3.30
Ecuador [\$/W]	1.11	1.33	1.23	1.20	3.01
Centroamérica [\$/W]	1.25	1.04	1.25	0.94	2.06

Fuente: (Allorganics21, 2016)

Sistemas fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos generan energía eléctrica con la base de los rayos solares. Esta energía puede ser usada directamente por algunas horas, o a su vez puede ser almacenada en acumuladores como baterías para uso en la noche.

La Figura 1.2 se muestra un sistema fotovoltaico que se basa en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). Esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en residencias y comercios (Integrated Solar Operations, 2017).

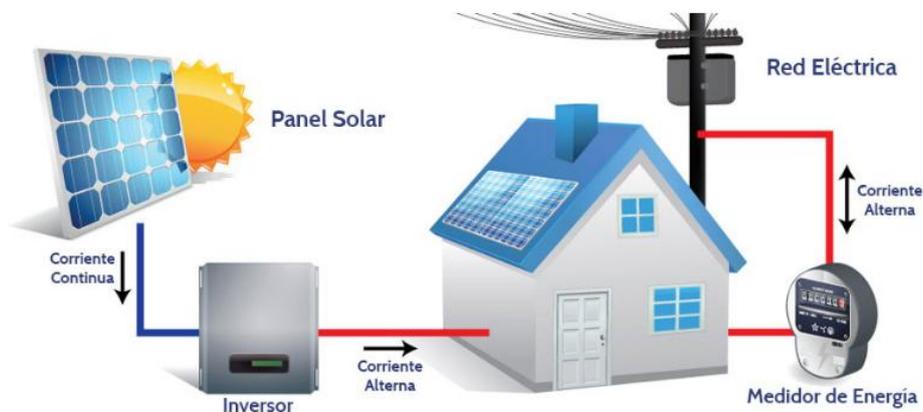


Figura. 1.2. Sistema Fotovoltáico

Fuente: (Integrated Solar Operations, 2017)

La generación de energía eléctrica dependerá de la energía lumínica y la cantidad de horas que el sol actúe sobre el panel solar y del tipo y cantidad de módulos instalados, orientación, inclinación (Integrated Solar Operations, 2017).

La energía solar fotovoltaica es una energía renovable, se basa en la transformación de la energía solar que se obtiene de los paneles solares en energía eléctrica.

Uno de los tipos de energía fotovoltaica es la aislada que requiere de una batería, regulador y un conversor para luego abastecer a los aparatos electrónicos.

Entre sus ventajas tenemos:

- Es modular
- No contamina
- Los gastos de implementación son bajos
- Apta para zonas de difícil acceso a la red eléctrica convencional

Los sistemas fotovoltaicos tienen gran acogida y tienen varias aplicaciones que se van desarrollando conforme avanza la tecnología: para iluminación pública, sistemas de control remoto, sistemas de GPS, cámaras de vigilancia, energización garantizada para procesos críticos como servidores y computadores, entre otras. Inicialmente su uso fue especializado para dar energía a los satélites, siendo 30 años su vida útil estimada.

El efecto fotovoltaico

Consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados celdas fotovoltaicas. Estas celdas están elaboradas a base de silicio con la adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo) y son capaces de generar cada una, corriente de 2A a 4A, a un voltaje de 0,46V a 0,48V, con la ayuda de la radiación luminosa. Las celdas se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la celda). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente, como se muestra en la Figura 1.3.

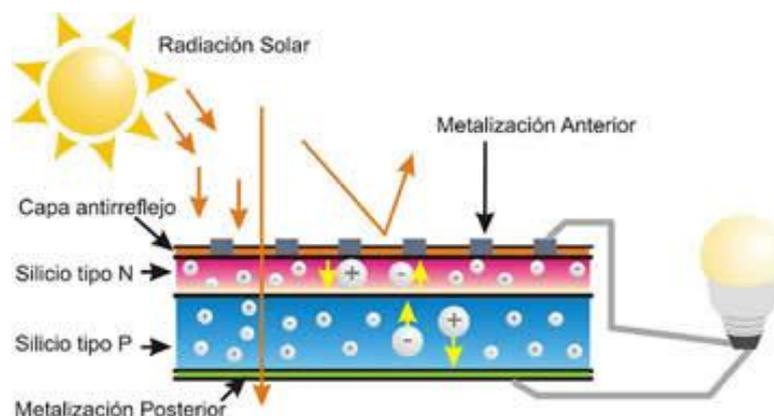


Figura. 1.3. Efecto Fotovoltaico

Fuente: (Paneles Fotovoltaicos, 2017)

Sistema Fotovoltaico Autónomo

Están constituidos, fundamentalmente por los paneles fotovoltaicos, que constituyen el generador de energía eléctrica, las baterías para almacenar la energía y utilizarla en los momentos de ausencia de la radiación solar, y la carga eléctrica que se va a consumir mediante equipos eléctricos, domésticos e industriales (Figura 1.4).

Los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos son usados frecuentemente en ocasiones aisladas para producir electricidad en áreas inaccesibles para la red de energía eléctrica y de esta forma mejorar las condiciones de salud, educación, comunicación y recreación de la población. Los más simples usan la electricidad en forma de corriente continua.



Figura. 1.4. Sistema Fotovoltaico autónomo

Fuente: (Energía Solar, 2018)

1.1.2. Sistemas Fotovoltaicos en Ecuador

En Ecuador es beneficioso la instalación de sistemas fotovoltaicos por la posición geográfica del país, ya que, al estar este país en la mitad del mundo, la radiación solar es

constante durante todo el año, variando en las estaciones con lluvias, un caso particular del uso de paneles solares es en la isla Santay en la provincia del Guayas

Se han solicitado alrededor de 15 sistemas o granjas solares alrededor del país, distribuidos tanto en la Costa como en la Sierra, de acuerdo al informe Conelec 2013. Se debe tomar en cuenta este tipo de tecnologías, para instalar en lugares que no llega el Sistema Nacional Interconectado (SNI) o su implementación sería costosa en comparación a otros lugares.

Lo que se debe tomar en cuenta como primer punto es la cantidad total de energía que va a necesitar la edificación donde se va a colocar los paneles, después de eso es indispensable asesoría técnica para el dimensionamiento apropiado, pero por lo general el sistema estará basado de cuatro elementos: panel solar, regulador, inversor y batería.

La regulación 04/11 aprobada por el Directorio del Consejo Nacional de Electrificación, en abril del 2011, estableció que se pagaría USD 0,40 por cada kilovatio hora (kW-h) de energía fotovoltaica generado. Este costo es mayor a la energía de una hidroeléctrica (USD 0,09 por kW-h) o de una termoeléctrica a diésel (USD 0,23 sin subsidio). (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2017)

Programa euro-solar

EURO-SOLAR se creó como un programa integrado que implicaba no solo la instalación de equipos, sino también acciones de desarrollo de capacidades dirigidas a los miembros de la comunidad para asegurar que los equipos estuvieran bien administrados y mantenidos y para apoyar el desarrollo de servicios de educación, salud e información tecnología, así como actividades sociales y productivas.

El Programa EURO-SOLAR contribuyó a fomentar el desarrollo humano en comunidades rurales marginales desde el punto de vista socioeconómico. La electricidad es esencial para proporcionar los servicios necesarios para satisfacer las necesidades humanas básicas de acceso al agua potable, la salud, la educación, etc.

EURO-SOLAR ayudó a 600 comunidades rurales aisladas en América Latina con un sistema de paneles fotovoltaicos, en algunos casos combinados con pequeños paneles de viento, para generar electricidad.

También proporcionó otras aplicaciones para uso comunitario en el campo de la educación, la salud y la comunicación (como computadoras portátiles, conexión a internet, impresoras / escáneres, equipos de refrigeración médica, purificadores de agua, etc.) (European Commission, 2018).

Este programa ayuda a las comunidades tanto, en educación, promoción de la salud; incentivación a actividades sociales y productivas. Esto para generar mayor comunicación entre comunidades, generación de electricidad; lo cual permite a su vez la implementación de centros para el cuidado de la salud, todo esto gracias a la generación de energía.

1.1.3. Acumuladores o Baterías

Se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente pila, batería o acumulador, al dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Figura 1.5.

Los acumuladores pueden ser recargables, cuando su valor de carga llegue a 0 o cerca de este, es necesario cargarlo con una fuente externa.

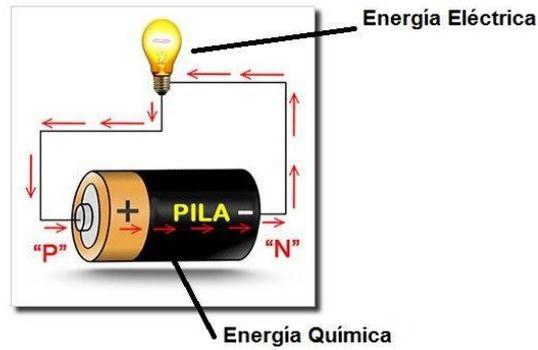


Figura. 1.5. Diagrama de funcionamiento de una pila

Fuente: (SIVASA, 2018)

Tipos de baterías

- **Pilas alcalinas**

Estos acumuladores son habitualmente desechables. Las pilas alcalinas destacan por su corriente de gran estabilidad, usada en la mayoría de juguetes para niños, las linternas convencionales o los mandos a distancia.

- **Baterías de ácido plomo**

Son los acumuladores más comunes, se usan en coches, motos o barcos, entre otros, se muestra en la Figura 1.6.



Figura. 1.6. Baterías de Acido-Plomo

Fuente: (Baterías de Grafeno, 2017)

- **Baterías de níquel-hierro (Ni-Fe)**

Los acumuladores de níquel hierro son fáciles de fabricar y a un bajo precio. Además, son mucho menos contaminantes que el resto de acumuladores, se estima una vida útil de más de 80 años y pueden funcionar en cualquier temperatura

- **Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd)**

Los acumuladores de níquel cadmio son perfectamente recargables, aunque su principal inconveniente es su baja densidad energética de solo 50Wh/kg, no presentan problemas con sobrecargas.

- **Baterías de níquel-hidruro metálico (Ni-MH)**

Acumuladores en los que no preocupan tanto su carga por el efecto. Una desventaja es que no pueden ser utilizadas a bajas temperaturas ya que pierden mucho rendimiento

- **Baterías de iones de litio (Li-ion)**

Actualmente son aquellos que proveen de mayor rendimiento, su uso en dispositivos móviles como tabletas. No se ve afectada por el efecto memoria, es decir, puede cargar y descargar varias veces sin verse afectado su rendimiento.

- **Baterías de polímero de litio (Li-Po)**

Una variación de las baterías de iones de litio, pero con una desventaja que las deja inútiles si se descargan por debajo de los 3V.

1.1.4. Reguladores de carga

El objetivo principal del controlador es evitar que las baterías se carguen demasiado.

El controlador lee directamente el nivel de la batería, y una vez que la batería está llena, sabe reducir la velocidad de la carga solar a un flotador. Esto es importante, ya que la sobrecarga de las baterías puede arruinarlas.

Otro objetivo del controlador es cargar las baterías al nivel de voltaje correcto. Esto ayuda a preservar la vida y la salud de las baterías. Además, algunos controladores tienen características especiales que le permiten conectar sus paneles de manera especial para lograr sus objetivos de carga.

Tipos de Reguladores

Hay diferentes tipos de reguladores de carga según su propósito. El controlador de carga es un componente esencial para cada sistema fuera de la red. De hecho, no recomendamos usar un sistema sin red a menos que tenga un controlador, y existen muchas buenas razones para ello. Los controladores de carga generalmente vienen en PWM y MPPT.

Para controlar la carga y descarga de la batería o acumulador es necesario disponer de un regulador de carga, sobre todo si es dentro de una instalación solar. Entre el panel solar y la batería es necesario siempre tener instalado un regulador de carga para tener el control de carga de la batería.



Figura. 1.7. Regulador de carga solar

Fuete: (Monsolar, 2018)

Regulador de Carga PWM

Es generalmente pequeño y comúnmente cuenta con modulación por ancho de pulso (PWM) y no son muy eficientes. La tecnología PWM envía pulsos de control cortos a las baterías y no es particularmente ágil. Carece de la capacidad de optimizar una matriz completa de paneles. Es adecuado en lugares con radiación solar constante, estable y fuerte y en sistemas que son sensibles a los costos.

Regulador de Carga MPPT

Este tipo de controlador tiene la tecnología de seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT). A menudo se encuentran en sistemas más grandes y ofrecen un mayor rendimiento gracias a su capacidad para extraer toda la potencia disponible de los paneles. Los controladores de carga MPPT aumentan la efectividad de la matriz solar en un 30%, lo que la convierte en la tecnología preferida en todos los sistemas, excepto en los más básicos. Los controladores MPPT también conectan cadenas de paneles en una serie para voltajes más altos, manteniendo el amperaje bajo y el tamaño del cable más pequeño, especialmente para largos tendidos de cable a la matriz PV.

1.1.5. Tecnología Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador que se muestra en la Figura 1.8, y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Arduino consta de hardware y software para el uso y necesidad de los proyectos que se realicen, dispone de una amplia variedad de placas y *shields* para su uso.

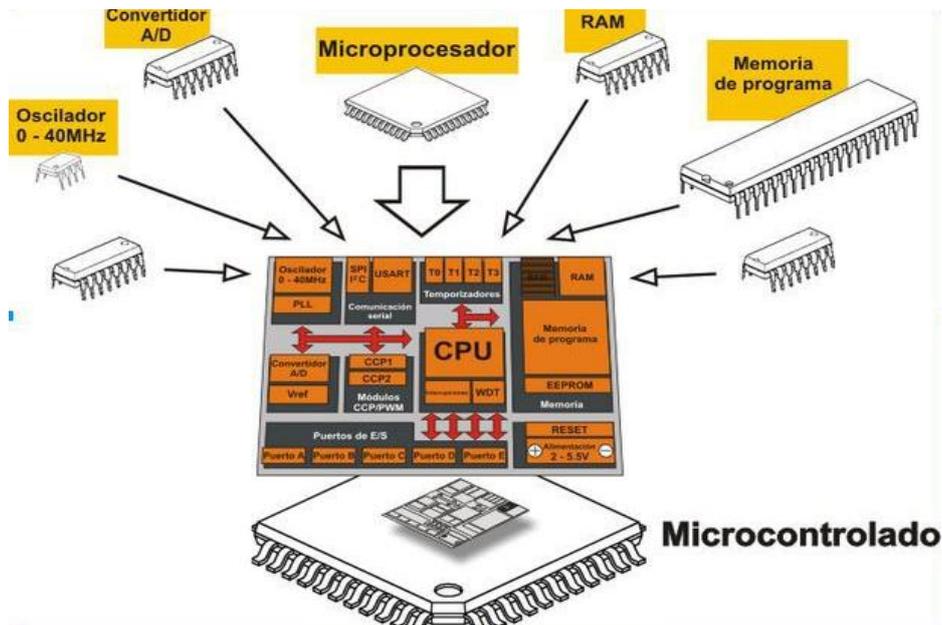


Figura. 1.8. Partes de un Microcontrolador

Fuente: (Aprendiendo Arduino, 2018)

Un *shield* es una placa compatible que se puede colocar en la parte superior del arduino y permite extender las capacidades del mismo.

En la actualidad existen diversos modelos de Arduino, cada uno de ellos con características similares y otras que los diferencian, pero todos constan de un Microcontrolador, como se visualiza en el esquema de la Figura 1.9.

Así se encuentra Arduino Uno, Leonardo, Arduino Due, Yún, Robot, Mega, Nano, Micro, Ethernet, Mini, Pro, entre otros. Cada uno consta de un microcontrolador, un voltaje de funcionamiento, pines de E/S digitales, canales PWM, corriente DC por cada pin conectado, velocidad de reloj y las diferentes memorias.

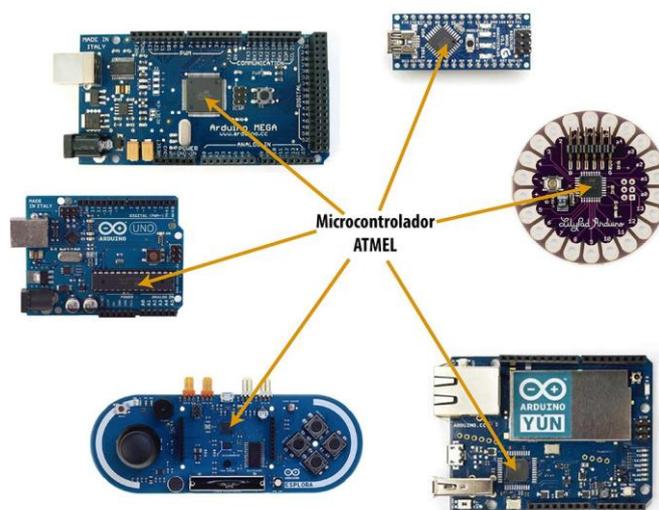


Figura. 1.9. Modelos de Arduino

Fuente: (Arduino, 2017)

La comunidad de arduino hace que su uso sea cada vez mayor, porque se realiza publicaciones de proyectos, que son base de proyectos cada vez más complejos, y también las actualizaciones de las librerías.

1.1.6. Marco conceptual

La energía solar es la más antigua de las energías en la tierra usada por las plantas desde que existen los primeros seres vivos como fuente de energía para realizar la fotosíntesis o por los primeros humanos usando para calentarse y para cazar, ya que esta les brindaba la luz para poder ver a los animales.

Las ventajas de la energía solar son innumerables, y se resume que es una fuente de energía inagotable y limpia.

La energía solar como transformación en energía calorífica (energía solar térmica), es decir; la conversión de la energía solar en calor siempre ha existido, dando la inmediatez de la transformación. Esto es porque, cualquier cuerpo expuesto directa o indirectamente a la radiación solar aumenta su temperatura. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado mucho la tecnología solar térmica, y se puede aprovechar de forma más eficiente. Los últimos avances solares en este campo han dado lugar a los colectores cilíndricos, parabólicos, las torres solares de concentración, y a placas solares térmicas con alto rendimiento y bajos problemas de mantenimiento.

La luz del sol está compuesta por fotones, y estos fotones tienen una energía que viene determinada por la longitud de onda emitida. Pues bien, si la energía de estos fotones es superior a un valor mínimo, un fotón al chocar contra otro átomo de un material será capaz de extraer un electrón del núcleo del átomo. Es decir, se transforma la energía de la luz en energía eléctrica, ya que se produce una corriente de electrones.

2. CAPÍTULO II: PROPUESTA

Antes de la implementación de la solución es necesario conocer los requerimientos necesarios para el desarrollo del proyecto, esto con el fin de conocer los lineamientos que se deben seguir.

Se definen los recursos tecnológicos que se van a utilizar tomando en cuenta las especificaciones y características que se adapten y aporten mayor utilidad al proyecto.

El presente proyecto abarca el diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo, encargado de abastecer una batería, con la cual servirá de voltaje para la conexión de fuentes de luz para los ambientes de una casa. El proyecto se basa en la construcción de un prototipo, con el uso de paneles solares se obtendrá energía solar, el microcontrolador Arduino Atmega se encargará de la parte de control, adaptado como un regulador de voltaje, además va a permitir verificar los valores de carga de la batería mediante un módulo LCD (Liquid Cristal Display- Visual por Cristal Líquido), el voltaje almacenado en la batería va a ir a un inversor para su uso convencional con voltaje en alterna. En la Figura 2.1, se muestra el esquema del proyecto.

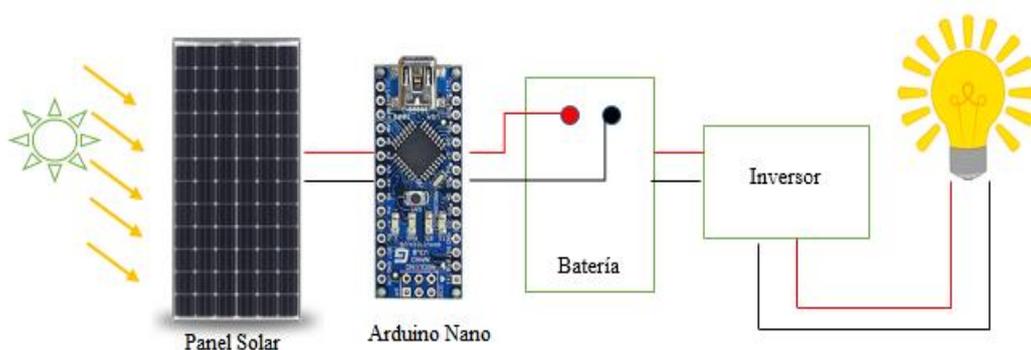


Figura. 2.1. Diagrama de una Instalación Fotovoltaica autónoma

2.1. Solución tecnológica del proyecto

2.1.1. Arduino mega 2560

En la Figura 2.2, se muestra el microcontrolador Arduino mega, tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. Incorpora todo lo necesario para que el microcontrolador trabaje; simplemente se conecta a la PC por medio de un cable USB o con una fuente de alimentación externa de 9 VDC hasta 12 VDC (Olimex Chile, 2017).

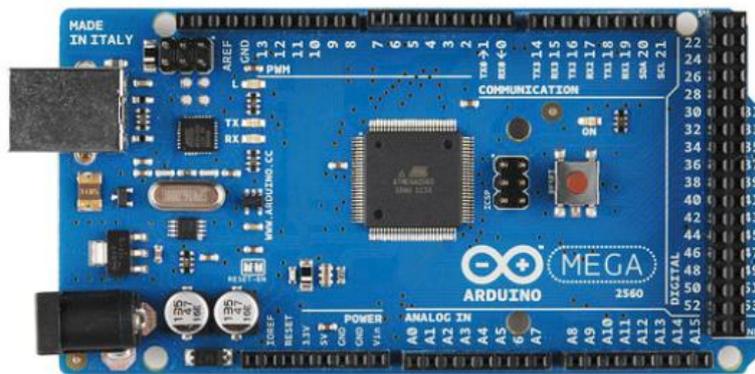


Figura. 2.2. Arduino Mega 2560

Fuente: (Olimex Chile, 2017)

Se trata de una plataforma de bajo costo ya que las placas de Arduino en comparación con las de otras plataformas de microcontroladores son más económicas. Utiliza un software multiplataforma, pues se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.

El entorno de programación es simple y claro, fácil de usar para principiantes y, a la vez, suficientemente flexible para usuarios expertos.

2.1.2. Panel solar

Para el presente proyecto se usa un módulo solar o panel solar policristalino de silicio, tipo PR-55P6-36, con este panel se obtiene una potencia de 50W, un voltaje máximo de 17.63V, una corriente de 3.12 A, la eficiencia de la celda es mayor al 15.9%, y la eficiencia del módulo es de 13% (Figura 2.3).

Las dimensiones del módulo son 540x670x30mm, pesa 4.82Kg, cada celda mide 156mmX63mm, el panel cuenta con 36 celdas, grado de protección mayor a igual a IP65

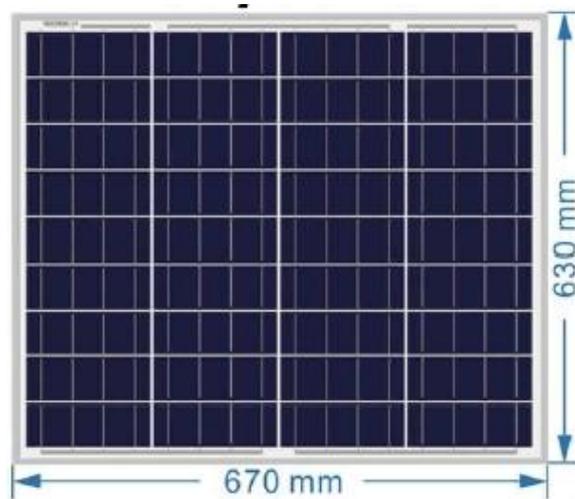


Figura. 2.3. Panel solar

Fuente: (Integrated Solar Operations, 2017)

2.1.3. Batería

El tipo de batería que se emplea para guardar el voltaje es la SN12024, se muestra en la Figura 2.4, y presenta las siguientes características de funcionamiento:

- Voltaje nominal de 12 V
- Terminales tipo T3
- Material contenedor ABS (UL-94HB)
- Resistencia Interna de 14mΩ
- Batería recargable

- Capacidad nominal de 26 Ah/1.3A
- Máxima corriente de descarga de 390A(5s)
- Rango de temperatura de operación $25\pm 3^{\circ}\text{C}$
- Auto-descarga
 - 3 meses capacidad restante de 91%
 - 6 meses capacidad restante de 82%
 - 12 meses capacidad restante de 65%



Figura. 2.4. Batería

Fuente: (Energía Solar, 2018)

Un amperio hora es una unidad de carga eléctrica y se abrevia como Ah. Indica la cantidad de carga eléctrica que pasa por los terminales de una batería.

Esta batería es resistente al impacto, posee resistencia al calor, y además contiene aditivos antiestáticos. La norma UL94HB, se refiere a la resistencia a la acción del fuego que presenta el plástico con el que se fabrica la caja y cubierta de la batería. Esta prueba mide el tiempo de quema de una muestra de plástico fijada horizontalmente, después de que se haya puesto en contacto con la llama de un quemador Bunsen durante 30 segundos. Según el U.L. 94 HB el material se clasifica H.B. cuando una muestra de un espesor de 3 mm se quema a una velocidad máxima de 76 mm /minuto. (Underwriters Laboratories, 2016)

Para entender el tipo de terminal que usa, se especifica en la Figura 2.5.



Figura. 2.5. Terminal Tipo T3

Fuente: (Monsolar, 2018)

2.1.4. Inversor

El inversor que se va a usar es el TWM-500, que tiene las siguientes especificaciones eléctricas:

- Valores en alterna
 - Potencia continua de 500W
 - Potencia de sobretensión de 100W
 - Frecuencia de salida de 50 o 60Hz
 - Voltaje de salida en alterna 100~120Vac
- Valores de Entrada continua
 - Voltaje de entrada en DC 12V dc
 - Rango de voltaje de 10V – 15V
- Máxima eficiencia de conversión >88%

2.2. Diagrama de flujo del sistema

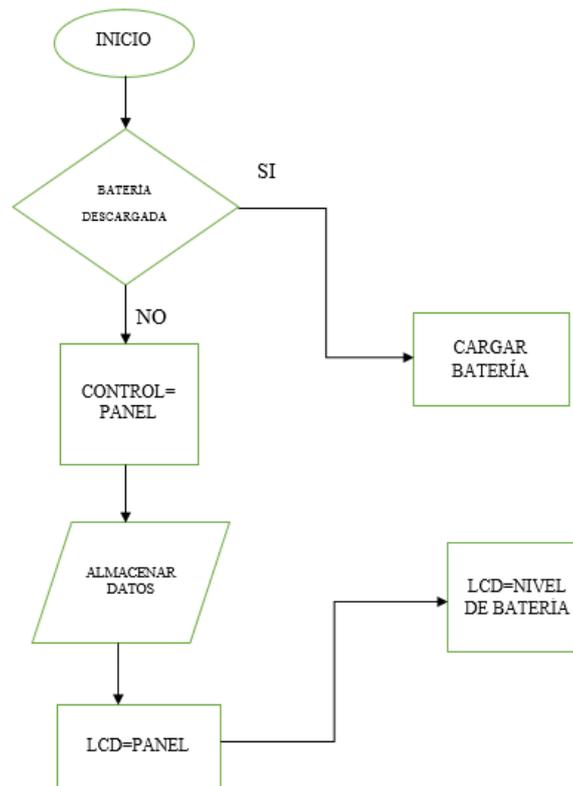


Figura. 2.6. Diagrama de flujo del funcionamiento del Sistema

El sistema se muestra en la Figura 2.6, y se desarrolla con el microcontrolador Arduino Nano, el sistema se encuentra verificando el estado del voltaje que envía desde el panel solar, el sistema valora si es necesario o no cargar la batería, si es así habilita la alimentación, además el arduino calcula el voltaje de la batería, para determinar el porcentaje de carga. También se cuenta con un LCD que permite informar que la fuente de alimentación con que se está trabajando y el estado de carga de la batería.

2.3. Diagrama de Bloques Estructural del Sistema

En la Figura 2.7, se muestra el diagrama de bloques del sistema. El sistema fotovoltaico está formado por el panel solar, y que va a absorber la energía solar, para luego ser transformada en energía eléctrica y se use para encender las lámparas. El siguiente bloque lo comprende el módulo Arduino y el inversor que van a controlar la carga de la batería.



Figura. 2.7. Diagrama de bloques estructural del sistema

2.4. Dimensionamiento de paneles solares

Para determinar el número de paneles se necesita los siguientes datos

$$N^{\circ} \text{ de cargas} = 4$$

$$\text{Potencia de cada carga} = 10 \text{ W}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = 4 \text{ [h]}$$

$$\text{Voltaje de panel} = 12 \text{ [V}_{DC}]$$

Entonces, para calcular los $\frac{W \cdot h}{\text{día}}$ totales de consumo se multiplica el número de cargas, la potencia de cada carga y el número de horas de funcionamiento.

$$P = 4 * 10 * 4$$

$$P = 160 \frac{W * h}{\text{día}}$$

Para calcular la corriente total de consumo utilizaremos la Ecuación 1.

$$P = V * I$$

Ecuación 1. Ecuación de la potencia.

Despejando la corriente de Ecuación 1 tenemos que

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{160}{12}$$

$$I = 13.33 \text{ A}$$

En el Ecuador se tiene aproximadamente 4 horas de sol constante por día, entonces calculamos $\frac{\text{Amperios*hora}}{\text{día}}$ para encontrar la corriente por día

$$I = \frac{13.33}{4}$$

$$I = 3.3325 \text{ A}$$

Entonces los datos del panel son

$$P_{panel} = 50 \text{ W}$$

$$V_{panel} = 12 \text{ V}$$

Con la Ecuación 1 calculamos la corriente del panel

$$I_{panel} = \frac{P_{panel}}{V_{panel}}$$

$$I_{panel} = \frac{50}{12}$$

$$I_{panel} = 4.16$$

Dividimos los $\frac{\text{Amperios*hora}}{\text{día}}$ para la corriente del panel

$$Z = \frac{3.3325}{4.16}$$

$$Z = 0.8$$

Y determinamos el número de paneles

$$\text{numero de paneles} \geq Z$$

$$\text{numero de paneles} \geq 0.8$$

$$\text{numero de paneles} \cong 1$$

Se necesita un panel de 50 W para suministrar energía al sistema.

2.5. Costos del Proyecto

En la Tabla 2.1 y 2.2, se muestra en detalle los materiales para el desarrollo del Proyecto, al igual que sus precios, aquí se enumeran los materiales electrónicos más relevantes para el diseño, así como también el aporte de mano de obra que es indispensable para su ejecución.

Tabla. 2.1. Lista de Materiales

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO [USD]
1	PANEL FOTOVOLTAICO	507,00	507,00
1	ACUMULADOR 100AH/12V	200,00	200,00
1	CONVERTIDOR DC/AC – 100W	280,00	280,00
1	REGULADOR DE CARGA 30 A - 12/24V	320,00	320,00
4	FOCOS 10W/12V	10,00	40,00
-	ALAMBRE CONDUCTOR #14 (CABLEADO)	73,00	73,00
	Total	-	1420,00

Tabla. 2.2. Costo Total

DENOMINACIÓN	COSTO USD
Costo de Materiales	60,00
Mano de obra	592,00
Total	2072,00

El tiempo para la ejecución del proyecto es de 10 semanas, en las cuales se investigó principalmente el panel que se adapta a las necesidades del proyecto y haya disponibilidad en el mercado ecuatoriano, puesto que importarlo al país conllevaría costos adicionales y tiempos de espera bastante largos.

2.6. Ventajas del producto

- El proyecto hace hincapié en el uso de energía renovable, porque se usa la energía que proviene del sol y con esto ayuda al cuidado del medio ambiente.
- La implementación de sistemas fotovoltaicos hace posible el desarrollo del uso de nuevas tecnologías en el Ecuador.
- Este proyecto se puede implementar en zonas de difícil acceso de la red nacional de energía, y brindar a poblaciones mejoramiento de su estilo de vida.
- El uso de este proyecto hace que los precios del pago de consumo de energía eléctrica disminuyan para los consumidores.
- Si se realizar la implementación hacia la red pública se puede vender el excedente de energía.
- El mantenimiento del proyecto es mínimo, lo que implica que se debe limpiar los paneles en caso de exceso de polvo.
- Si el proyecto se realizar a mayor escala se puede recibir financiamiento por parte de empresas o bancos, que estén de acuerdo con generar energía limpia.

3. CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN

3.1. Hardware

Para el desarrollo del proyecto se necesita cumplir con una variable que es el voltaje, el mismo que es almacenado en el acumulador; para ello se ha dispuesto de un sensor de voltaje, para determinar el voltaje que es proporcionado por el panel solar y el mismo que será almacenado en la batería, es necesario conocer este dato, para poder limitar mediante software la sobrecarga del acumulador.

En la Figura 3.1 se muestra en detalle la conexión realizada entre el panel solar, el sensor de voltaje y la batería; respetando el sentido de la corriente, tanto para la carga así como para la alimentación de todo el dispositivo de control.

El microcontrolador ATmega2560 que viene incluido en la tarjeta de electrónica Arduino Mega es la base de todo el control, se conecta a la pantalla TFT por medio de 40 pines y es alimentado por 5 VDC, dicho voltaje es proporcionado por la batería después de pasar por el regulador de voltaje de 5 VDC de hasta máximo 1000 mA de salida.

El dispositivo cuenta con un sensor de corriente para determinar la carga parcial de cada salida y la carga total cuando todas las salidas estén activadas, de este modo determinamos el consumo energético del dispositivo.

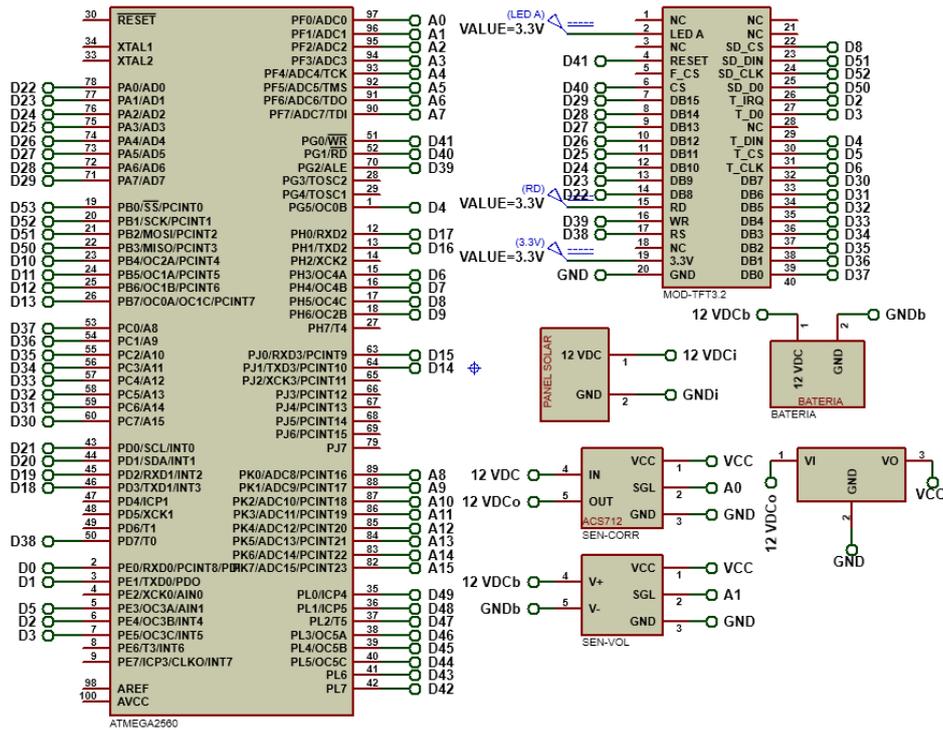


Figura. 3.1. Esquema electrónico de conexiones de dispositivo de control (Parte 1).

En la Figura 3.2 se detalla las conexiones realizadas para cada una de las salidas, las mismas que son accionadas desde la tarjeta electrónica; respetando las diferentes señales enviadas desde la interface de la pantalla *touch*. Se observa también el uso de *Pull-up* y *Pull-down* por medio de transistores para el respectivo disparo de las salidas con relés; esto para tener la certeza de la activación de las salidas.

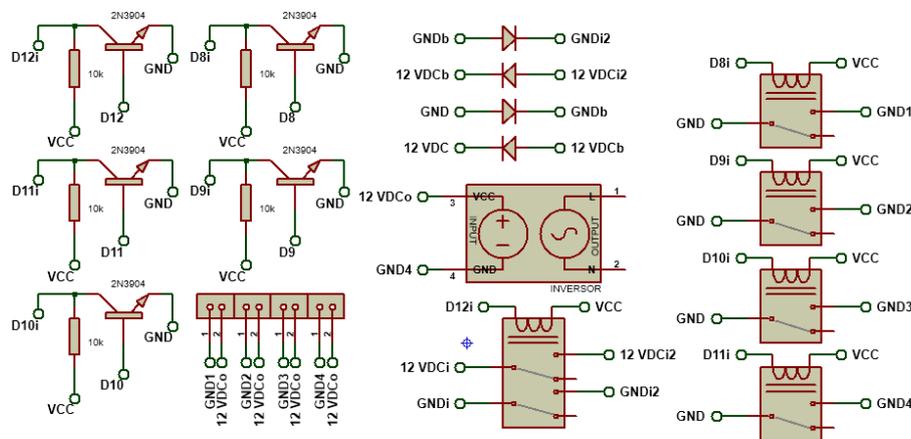


Figura. 3.2. Esquema electrónico de conexiones de dispositivo de control (Parte 2).

3.2. Software

El diagrama de flujo de software que se observa en la Figura 3.3 es el dispuesto para el proyecto. El mismo que se encuentra integrado en el microcontrolador de la tarjeta electrónica Arduino.

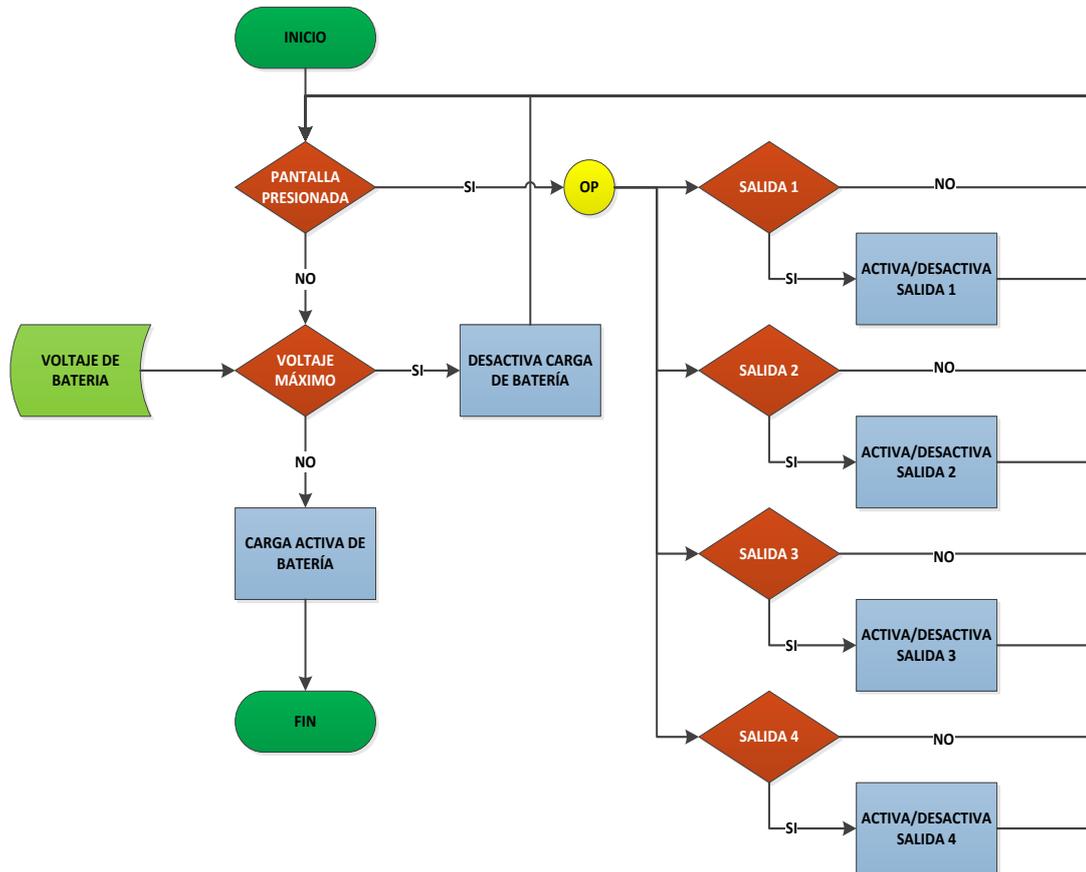


Figura.2.8. Diagrama de flujo de software.

En la interface de la pantalla TFT como se muestra en la Figura 3.4 cuenta con cuatro botones de accionamiento para el respectivo encendido o apagado de las diferentes salidas, tiene una retroalimentación del voltaje de la batería; en caso de que esté cargada con el voltaje proveniente del panel solar se abrirá un *switch* o relé para que la batería sea autónoma; hasta que nuevamente necesite ser cargada.



Figura. 3.3. Controlador de carga/descarga de batería, activación/desactivación de diferentes salidas.

El software fue desarrollado y compilado en el entorno propio de Arduino, ya que cuenta con su propio lenguaje de programación basado en C, el mismo que no tiene ningún costo a la hora de implementarlo.

Además, cuenta con la facilidad de que para todos los módulos se tiene su respectiva librería de uso libre y gratuito.

3.3. Implementación de sistema de iluminación

Para la implementación del dispositivo se utilizó un panel solar policristalino como el de la Figura 3.5, el mismo que por sus celdas recibe la radiación solar generando un voltaje de 12 VDC y carga una batería de alta profundidad, para mantener el flujo continuo de corriente, cuando no exista radiación solar.

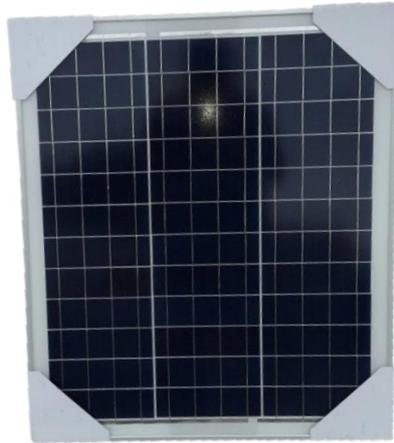


Figura. 3.4. Panel solar de 50W.

La Figura 3.6 muestra la parte posterior del panel solar, en donde se encuentra el sistema de conexión de salida del panel con sus polos positivo y negativo, los mismos que se conectan al controlador para suministrar la carga hacia el acumulador.



Figura. 3.5. Dispositivo de conexión del panel.

La Figura 3.7 es una batería de alta profundidad que recibe la carga desde el panel, por sus características puede soportar carga y descarga, sin sufrir daño alguno, tiene una larga vida útil este tipo de baterías.



Figura. 3.6. Batería de alta profundidad para alimentación cuando no exista carga del panel

El inversor de la Figura 3.8 convierte el voltaje DC en voltaje AC, recibe un voltaje de corriente continua de 12 VDC y lo transforma en voltaje alterno de 110 VAC. Que se lo puede utilizar equipos que están diseñados para un funcionamiento con voltaje alterno.



Figura. 3.7. Inversor de corriente directa a corriente alterna de 300w

La Figura 3.9 es un reflector diseñado para funcionar con voltaje de 12 VDC y de consumo de 10 W de potencia, el consumo de corriente es muy bajo, por lo que es recomendado para ser utilizado con la generación de energía de los paneles solares.

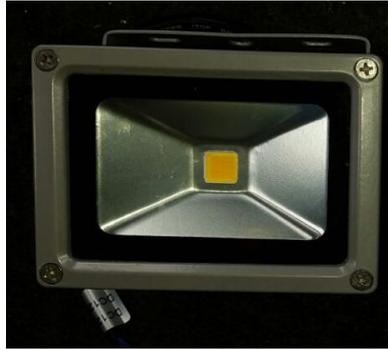


Figura. 3.8. Lámpara de 10W/12V

La Figura 3.10 muestra la implementación de todo el sistema, en la que se encuentra integrado los diferentes elementos que son necesarios para su funcionamiento.



Figura. 3.9. Implementación de dispositivo de control con sus elementos periféricos.

La energía solar es almacenada mediante paneles solares en la batería. La energía del acumulador es utilizada para la alimentación de energía del controlador y de las salidas, la batería de alta profundidad suministra también la energía para las lámparas de 12 VDC/ 10 W de bajo consumo de corriente, y para el inversor de 300W que transforma el voltaje DC en voltaje AC para poder utilizar equipos como: TV, computadora, y artefactos eléctricos, que para su funcionamiento requieren corriente alterna.

3.4. Pruebas de funcionamiento

En la Figura 3.11 se muestra el esquema de funcionamiento con el cual el sistema está funcionando con corriente continua y corriente alterna; por intermedio del inversor.

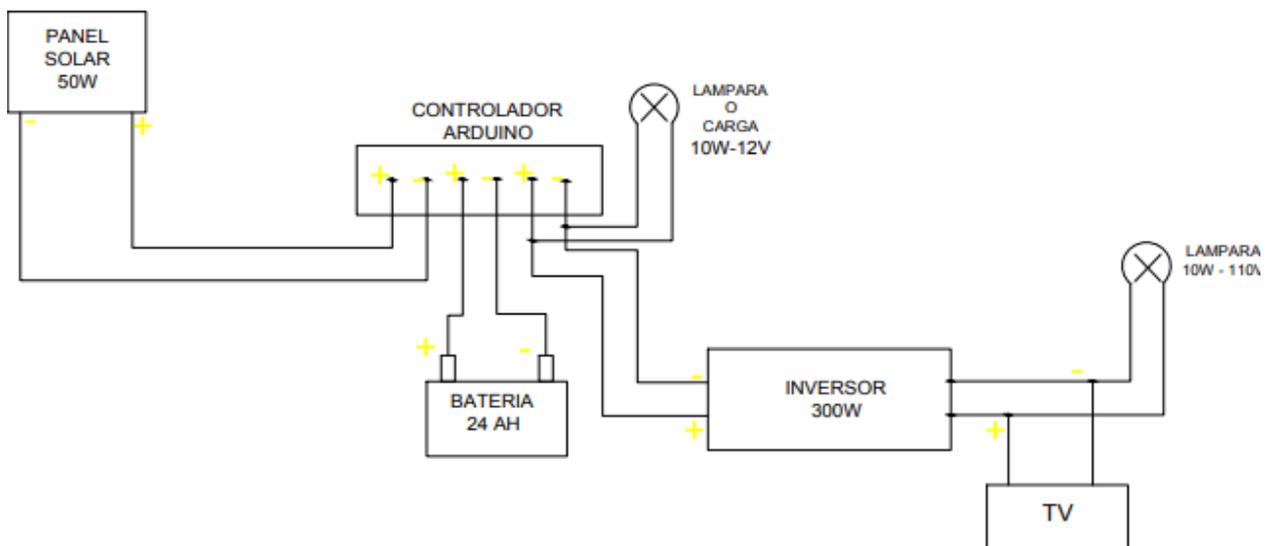


Figura. 3.10. Esquema de funcionamiento de sistema de panel solar.

Para ello se realizó la prueba de alimentación de cada una de las salidas, accionando desde la interface de la pantalla TFT cada uno de los interruptores virtuales. Al momento de accionar una sola salida se puede observar en la Figura 3.12 la corriente que circula en ese momento por el sensor. Además del voltaje que en ese momento

estaba alimentando a la batería, eso significa que la batería estaba siendo cargada por el panel solar, ya que su voltaje es menor de 12 VDC.



Figura. 3.11. Interface con valor de corriente y voltaje de una sola salida activada.

En la Figura 3.13 se observa la interface de la pantalla cuando están las cuatro salidas activadas, así como el valor de la corriente que en ese momento se consume. El valor del voltaje es mayor de 12 VDC, por ello; en ese momento la batería no se recibe carga desde el panel solar.



Figura. 3.12. Interface con valor de corriente y voltaje de todas las salidas activadas.

La interface de la pantalla cuando todas las salidas están desactivadas se puede observar en la Figura 3.14.



Figura. 3.13. Interface con valor de corriente y voltaje con todas las salidas desactivadas.

El valor de corriente nunca llega a cero aunque las salidas estén desactivadas, ya que siempre estará mostrando el valor de consumo del dispositivo de control.

3.5. Análisis de resultados

En la Tabla 3.1 se muestra las pruebas que se realizaron con cuatro lámparas, que fueron encendidas de uno en uno y al final se midió cada uno de los voltajes y corrientes para calcular el consumo total de potencia con las cuatro cargas.

Tabla. 3.1. *Tabla de pruebas de consumo medido, calculado con cuatro lámparas de 12V/10W*

	Teórico			Medido			Error
	Potencia	Voltaje	Corriente	Potencia	Voltaje	Corriente	Potencia
SALIDA	W	V	A	W	V	A	%
1	10	12	0.83	9.2	11.5	0.8	8
2	10	12	0.83	9.32	11.8	0.79	6.8
3	10	12	0.83	9.47	11.7	0.81	5.3
4	10	12	0.83	9.28	11.6	0.8	7.2
TOTAL	40	12	3.32	37.27	11.65	3.2	6.82

Tabla. 3.2. *Tabla de panel y batería - cargas que soportan*

Elementos	Potencia [W]	Corriente que soporta [A]	Tiempo de carga [h]
Panel Solar	50	4.16	Constante cuando existe sol
Batería	288	24 AH	4

La batería cuando se encuentra descargada totalmente, para que se vuelva a cargar en un 100% requiere cuatro horas de recepción de rayos solares; la batería soporta una carga de 24 AH (amperios hora), con lo que es suficiente para alimentar cuatro lámparas LED de 10 watt por ocho horas de consumo continuo.

El panel solar en cambio cuando recibe la energía solar no requiere de un acumulador para generar energía de consumo de carga de las lámparas.

Tabla. 3.3. *Tabla de consumo y duración de la batería sin carga*

Numero De Lámparas	Potencia [W]	Carga [A]	Duración [h]
4	40	3.32	7.22
3	30	2.49	9.63
2	20	1.66	14.45
1	10	0.83	28.91

Dependiendo de la carga de la batería es la duración, por lo que se deduce que si hay un total de cuatro lámparas encendidas la duración de la batería será de 7.22 horas, mientras que si es una sola lámpara encendida el promedio de duración de la carga de la batería es de 28.91 horas.

CONCLUSIONES

Luego del análisis y discusión de los resultados, a continuación, se presentan las conclusiones del presente estudio, las cuales permiten visualizar lo más importante de la generación de energía eléctrica con paneles solares, las mismas se detallan con base a objetivos específicos que se formularon para la investigación.

Con respecto al primer objetivo específico, el cual fue determinar el método óptimo para identificar los tipos de tecnologías solares, se determinó que el panel solar policristalino es el más óptimo debido a que sus estándares de potencia se ajustan a la alimentación de los diferentes dispositivos periféricos y también por su economía tanto en precio inicial como de mantenimiento.

En relación con el segundo objetivo específico el cual consistió en desarrollar el controlador para el circuito regulador de voltaje, con medidor de nivel de carga y consumo de energía, se cumplió pues el mismo se desplegó con un Arduino mega y una pantalla LCD donde se muestran el consumo de energía y el nivel de carga.

Así mismo las evidencias demuestran que la cantidad de energía almacenada en los acumuladores depende del estado del tiempo, por tanto, si el día es nublado requiere más tiempo para obtener una carga completa en la batería a diferencia si el día es soleado.

Ahora bien en relación al tercer objetivo específico relativo al cálculo y diseño del consumo de carga para alimentar cuatro áreas de una casa, el mismo se realizó siguiendo las normas establecidas en donde el consumo de potencia fue de 37,27 [W] lo cual se ajusta al presupuesto establecido.

De la misma manera en relación al cuarto objetivo específico, como fue implementar el sistema de iluminación mediante la energía solar, el mismo se realizó de manera óptima, mediante el uso de un acumulador que se retroalimenta automáticamente, por medio del controlador autónomo con el que cuenta el sistema, siempre y cuando el acumulador lo requiera.

Finalmente, en relación con el último objetivo específico se determina que de las pruebas de funcionamiento realizadas se concluyó que los paneles solares son una alternativa que cumplen con los requerimientos de manera satisfactoria y eficiente, el sistema es muy aplicable en medios donde no existe redes de tendido eléctrico, para mejorar el buen vivir de los habitantes que no cuentan con el servicio de energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener un adecuado mantenimiento del panel solar, ya que debe estar la superficie limpia; para que de esa manera absorba mayor radiación solar y genere más energía.

Almacenar la batería en un lugar no invasivo, debido a que emiten gases nocivos para la salud y evitar posibles accidentes en la manipulación.

La tecnología del panel policristalino porque se ajusta a un menor presupuesto y cumple con la potencia para la alimentación de los diferentes dispositivos periféricos.

Realizar una correcta conexión de los equipos ya que el acumulador se retroalimenta automáticamente por medio del controlador autónomo, los elementos se encuentran polarizados con un voltaje DC, una mala conexión de cualquiera de estos elementos puede causar el daño de todo el sistema.

Se recomienda, este sistema de energía renovable limpio y sin costo de su consumo, en los lugares donde no existe el tendido eléctrico, mejorando el buen vivir de los habitantes de los sitios alejados de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad.* (27 de Diciembre de 2017). Obtenido de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/>
- Allorganics21. (27 de Julio de 2016). *Allorganics21*. Obtenido de CRECEN LAS VENTAS ORGÁNICAS EN RUSIA: <http://allorganics21.blogspot.com/2016/07/>
- Andreu, F. (2015). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica*. Barcelona: Marcombo.
- Aprendiendo Arduino.* (2 de Enero de 2018). Obtenido de Aprendiendo Arduino: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/09/25/que-es-arduino/>
- Arduino.* (15 de Marzo de 2017). Obtenido de Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
- Atmel. (2017). *Atmel*. Obtenido de Atmel: http://www.atmel.com/images/Atmel-9255-Automotive-Microcontrollers-ATmega164P-B-ATmega324P-B-ATmega644P-B_Datasheet.pdf
- Baterías de Grafeno.* (6 de Diciembre de 2017). Obtenido de Baterías de Grafeno: <http://bateriasdegrafenopara.com/tipos-de-baterias/>
- Electrodragon. (08 de diciembre de 2016). *Electrodragon*. Obtenido de http://www.electrodragon.com/w/ESP-12F_ESP8266_Wifi_Board#Product_Brief
- Energía Solar.* (3 de Enero de 2018). Obtenido de Energía Solar: <https://solar-energia.net/>

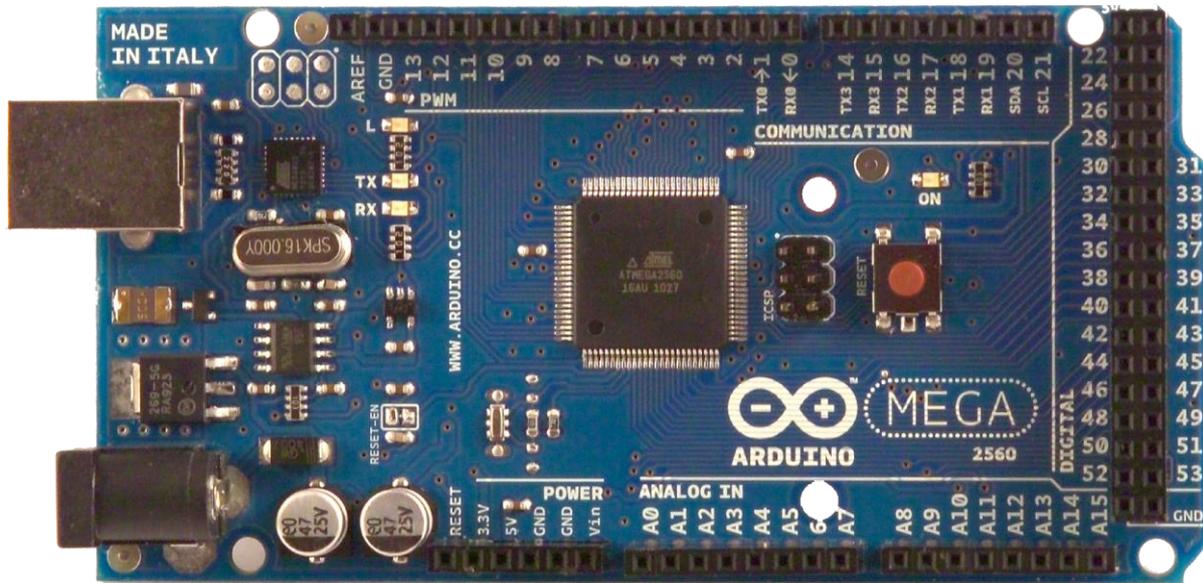
- European Commission. (17 de 02 de 2018). *INTERNATIONAL COOPERATION AND DEVELOPMENT*. Obtenido de Latin America - EURO-SOLAR Regional Cooperation Programme: https://ec.europa.eu/europeaid/regions/latin-america/euro-solar_en
- Igoe, T. (2012). *Getting Started with RFID*. California: O'Reilly Media, Inc.
- Integrated Solar Operations. (25 de Octubre de 2017). *Integrated Solar Operations*. Obtenido de Integrated Solar Operations: <http://isoenergiapr.com/conocemas/que-es-un-sistema-solar-fotovoltaico/>
- Kolban, N. (2016). *Kolban's Book on the ESP32 & ESP8266*.
- Langbridge, J. A. (2015). *Arduino Bocetos: Herramientas y Técnicas para Hechicería Programación*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=yvclBgAAQBAJ&pg=PA430&dq=atmega+324&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQxJr8waDVAhWGNiYKHcRuAnkQ6AEIUTAF#v=onepage&q&f=false>
- Lequerica, J. R. (2016). *Arduino para jóvenes y no tan jóvenes*. Anaya Multimedia.
- Letham, L. (2001). *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Ministerio de Eletricidad y Energía Renovable. (16 de Enero de 2018). Obtenido de Ministerio de Eletricidad y Energía Renovable: <http://www.energia.gob.ec>
- Minitronica. (2016). *Minitronica*. Obtenido de <https://www.minitronica.com/lector-rfid-rc522-arduino/>
- Monsolar. (4 de Enero de 2018). Obtenido de Monsolar: <https://www.monsolar.com/blog/como-funcionan-los-reguladores-de-carga-solares-pwm-y-mppt/>

- Movistar. (2017). *Movistar*. Obtenido de Movistar:
<https://ayuda.movistar.com.ar/pregunta/que-es-gprs.html>
- Olimex Chile. (15 de Diciembre de 2017). *Arduino*. Obtenido de Arduino mega 2560 r3: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Paneles Fotovoltaicos*. (29 de Diciembre de 2017). Obtenido de Paneles Fotovoltaicos:
<http://panelesfotovoltaicosaiep.blogspot.com/>
- Pascual, A. (2013). *Estándares de Tecnologías Inalámbricas*. Sudáfrica: tricalcar.
- pcihispano. (s.f.). *pcihispano*. Obtenido de pcihispano:
<https://pcihispano.com/contenido/uploads/2013/12/Capture.jpg>
- Professionals Plastics*. (5 de Enero de 2018). Obtenido de Professionals Plastics:
<https://www.professionalplastics.com>
- Puntofotante. (2017). *Puntofotante*. Obtenido de <http://www.puntofotante.net/RC522-RFID.htm>
- Signal, O. (2017). Obtenido de <https://opensignal.com/networks/ecuador/cnt-cobertura>
- Simcom. (2017). *Simcom*. Obtenido de Simcom: <http://simcom.ee/modules/gsm-gprs-gnss/sim808/>
- SIVASA. (5 de Enero de 2018). Obtenido de SIVASA: <http://www.sivasa-ec.com>
- UBICATV. (2014). *UBICATV.COM*. Obtenido de INFORMACIÓN DE ECUADOR Y LATINOAMÉRICA: <http://www.ubicatv.com/energia-solar-se-abre-terreno-en-ecuador/>
- Underwriters Laboratories. (2016). *Normas de Inflamabilidad*. Obtenido de Inflamabilidad ensayos de fuego y humos:
https://www.materialesriegos.com/WebRoot/StoreES3/Shops/64472737/Media Gallery/Publicidad_Blog/Normas_de_Inflamabilidad.pdf

ANEXOS

ANEXO A

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS



Technical Specification

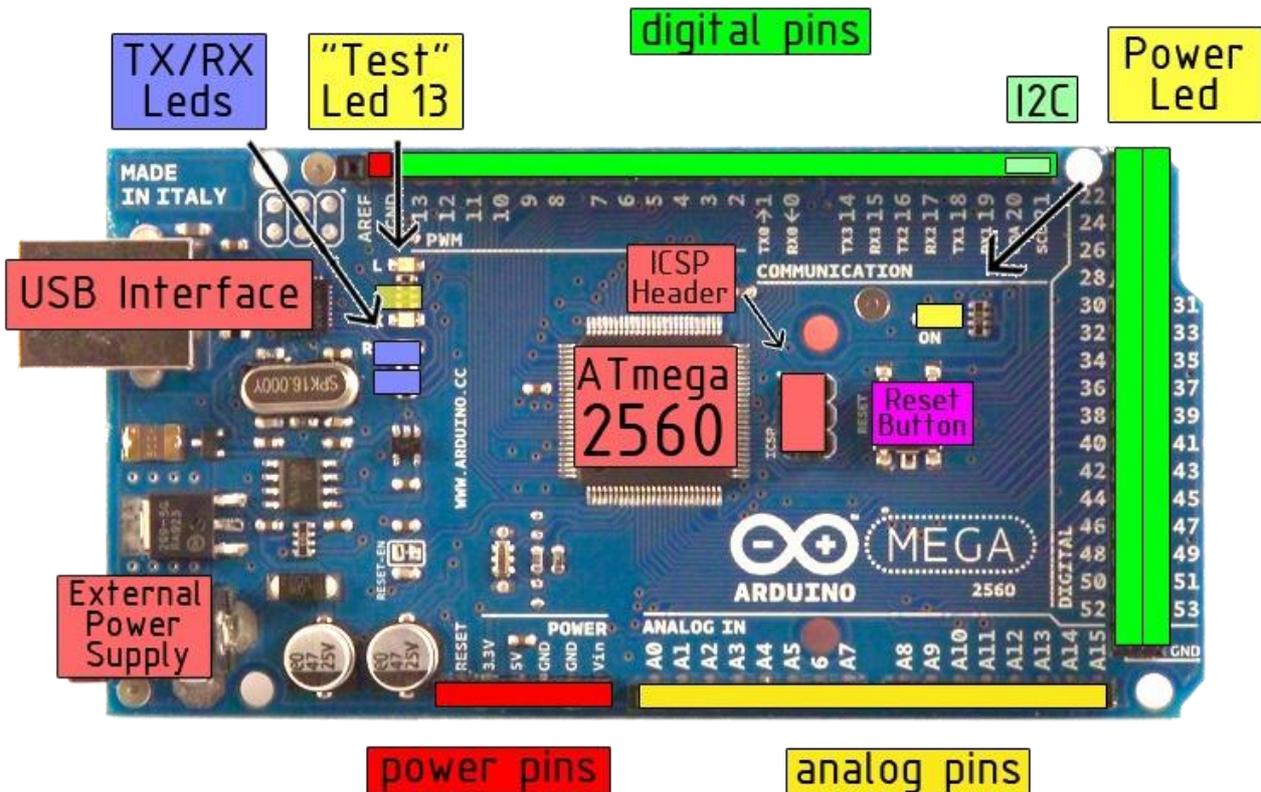


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



radiospares

RADIONICS



The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

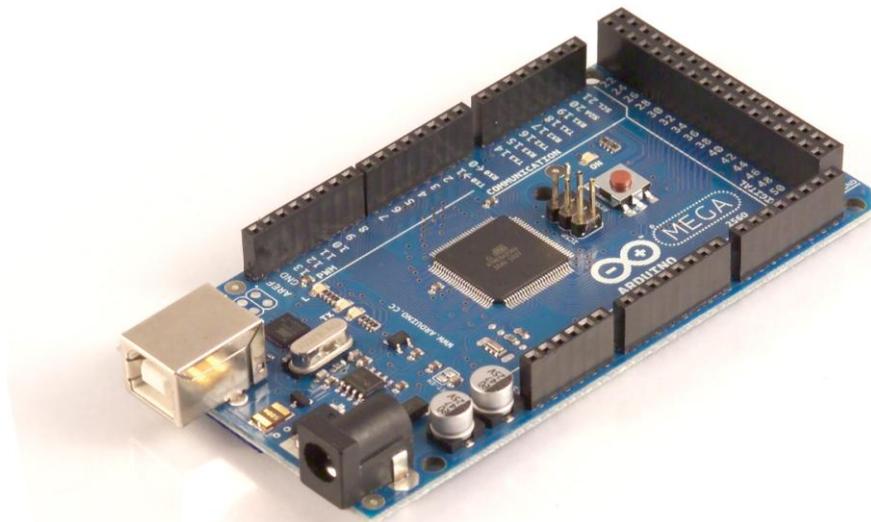
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares

RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**



radiospares

RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
Blink | Arduino 0017
File Edit Sketch Tools Help
Blink $
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```



Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!



radiospares

RADIONICS



Terms & Conditions



1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



radiospares

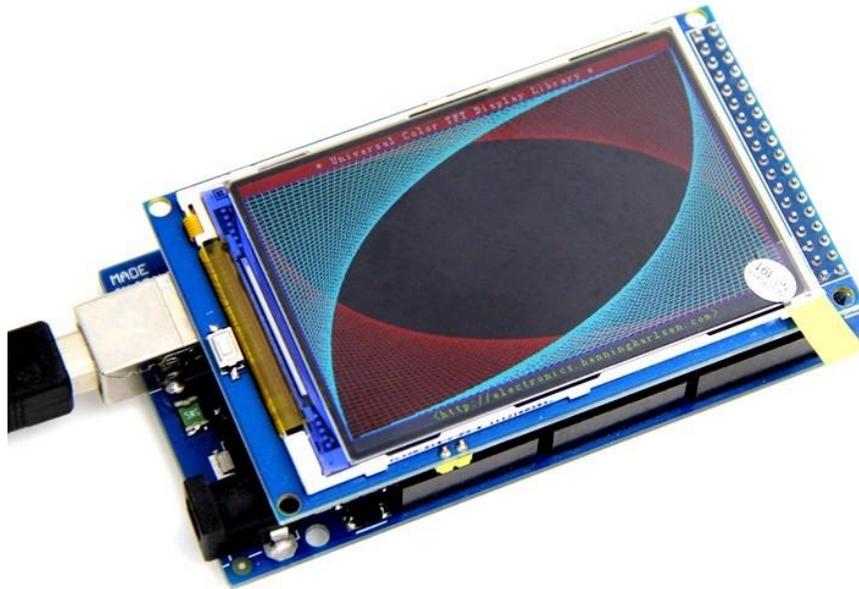
RADIONICS



ANEXO B

3.2" TFT 480x320 For Arduino Mega2560

Model: QDM320DBXNT8357RA



Overview

QDM320DBXNT8357RA module is 3.2" TFT LCD with 262K color 480x 320 resolutions. The controller of this LCD module is HX8357B, it supports 16-wires DataBus interface. Moreover, this module includes the 5V-3.3V power conversion circuit and Level conversion circuit, This Module can Directly inserted into the **Arduino Mega2560 Board** ,it also includes the SD card socket and SPI FLASH circuit.

Features

- **Support Arduino Mega2560 Directly inserted**
- **With Full-angle IPS TFT panel**
- **OnBoard level conversion chip for 5V/3.3V MCU**
- **Compatible with 3.3/5V operation voltage level**
- **Compatible with Arduino-Series development Board.**
- **Compatible with UTFT / UTFT_Buttons /Utouch Library for arduino.**
- **provided 12-examples with Arduino ,3-examples with STM32**
- **With SD Card Socket**
- **With SPI FLASH circuit**

Specifications

Item	Description
Display Type	3.2 inch a-si TFT LCD Module
Glass Type	TFT IPS(Full-Angle)
Display Resolution	480X320 Pixels
Back light	6 chip HighLight white LEDs
Control IC	HX8357B
Interface	16Bit parallel interface
PCB Module size	89.92mmX54.25mm
LCD Area(WxHxT)	50.74mmX78.35mmX1.88mm
Active Area(WxH)	67.68mmX45.12mm
Module weight	TDB
Power Consumption	80-110 (mA)
Module Supply	5V/3.3V

Electrical Characteristics

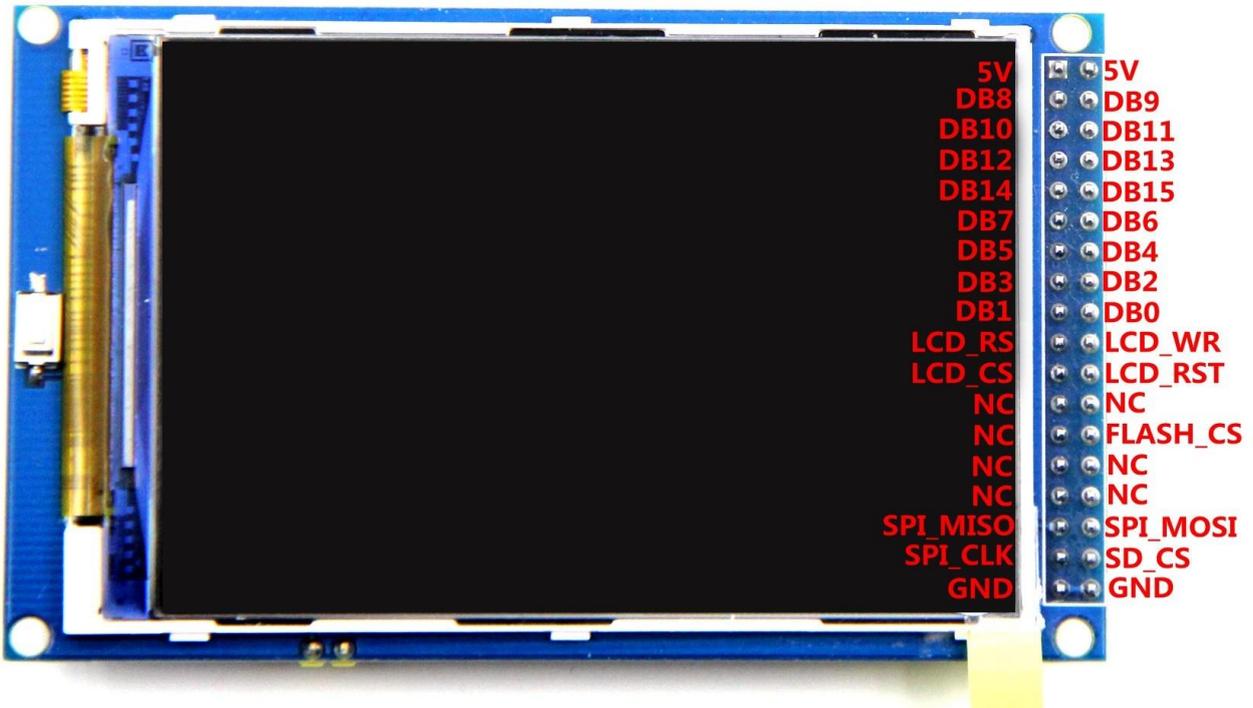
Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage(VDD/VCC)	3.3	5	5.5	VDC
IO Pins Voltage	MCU Voltage = 3.3V	3	3.3	V
	MCU Voltage = 5V	4.5	5	
BackLight Voltage	2.8	3.2	3.3	V
Current Consumption	-	100	-	mA

Hardware

Pin Map			
No	Pin	Type*	Description
1	5V	P	5V Power Supply in
2	5V	P	5V Power Supply in
3	LCD_DB8	I	Data Bus
4	LCD_DB9	I	Data Bus
5	LCD_DB10	I	Data Bus
6	LCD_DB11	I	Data Bus
7	LCD_DB12	I	Data Bus
8	LCD_DB13	I	Data Bus
9	LCD_DB14	I	Data Bus
10	LCD_DB15	I	Data Bus
11	LCD_DB7	I	Data Bus
12	LCD_DB6	I	Data Bus
13	LCD_DB5	I	Data Bus
14	LCD_DB4	I	Data Bus
15	LCD_DB3	I	Data Bus
16	LCD_DB2	I	Data Bus
17	LCD_DB1	I	Data Bus
18	LCD_DB0	I	Data Bus
19	LCD_RS	I	LCD Cammand/Data Selection(0:cammand;1:Data)
20	LCD_WR	I	LCD Write signal
21	LCD_CS	I	LCD Chip Selection,Low level active
22	LCD_RST	I	LCD Reset(Low level Enable)
23	NC	-	No connection
24	NC	-	No connection
25	NC	-	No connection
26	FLASH_CS	I	Exten circuit: SPI_FLASH Chip Sellaction
27	NC	-	No connection
28	NC	-	No connection
29	NC	-	No connection
30	NC	-	No connection
31	SPI_MISO	O	Exten circuit: SPI Bus Data output
32	SPI_MOSI	I	Exten circuit: SPI Bus Data input
33	SPI_CLK	I	Exten circuit: SPI Bus Clock
34	SD_CS	I	Exten circuit: Extern SDCard Chip Sellaction
35	GND	G	Ground
36	GND	G	Ground

* : P:Power supply;G:Ground;I:Input;O:Output

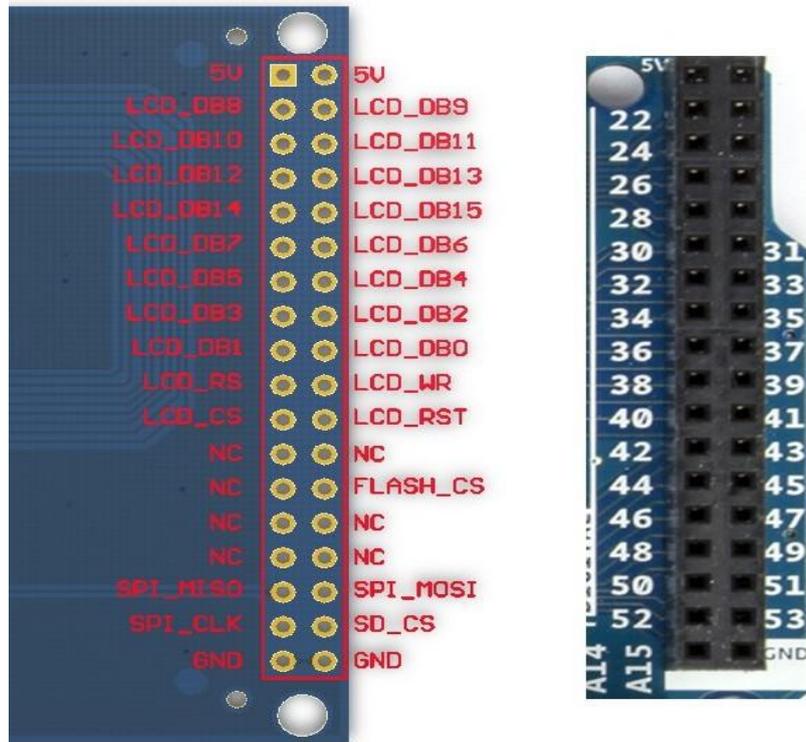
PinMap



How to Connect with Mega2560

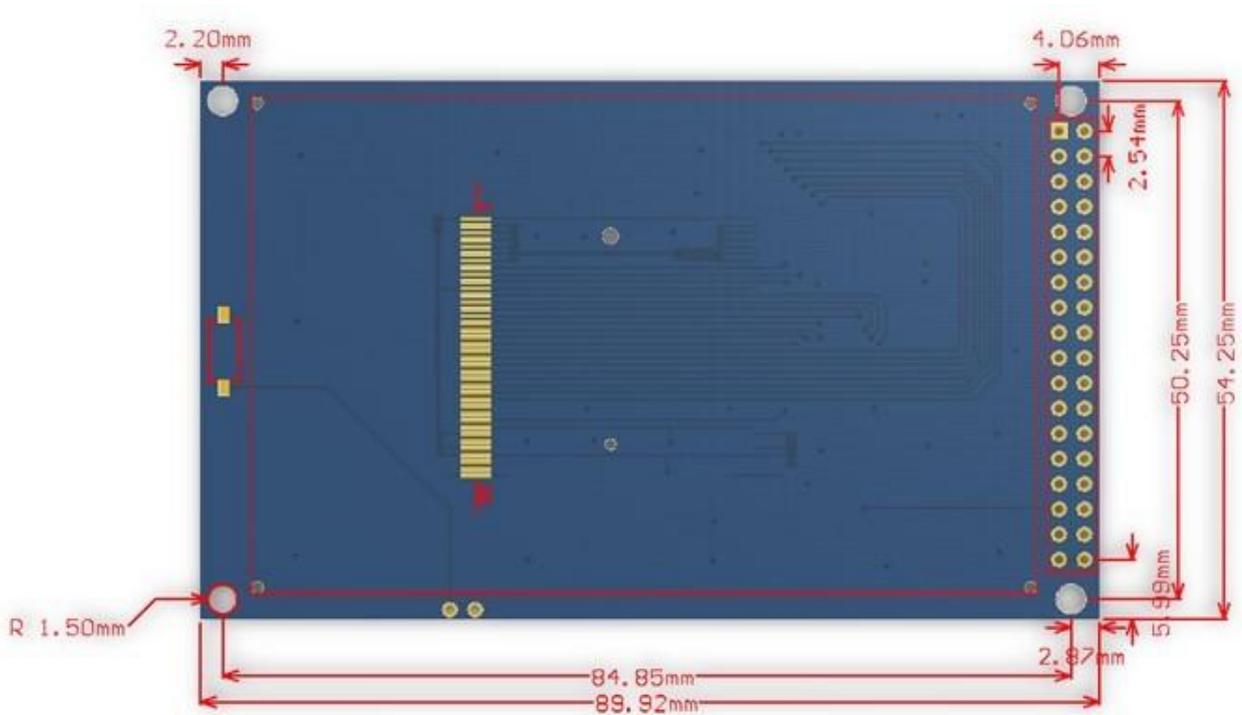


Top view



Top view

Module Structure

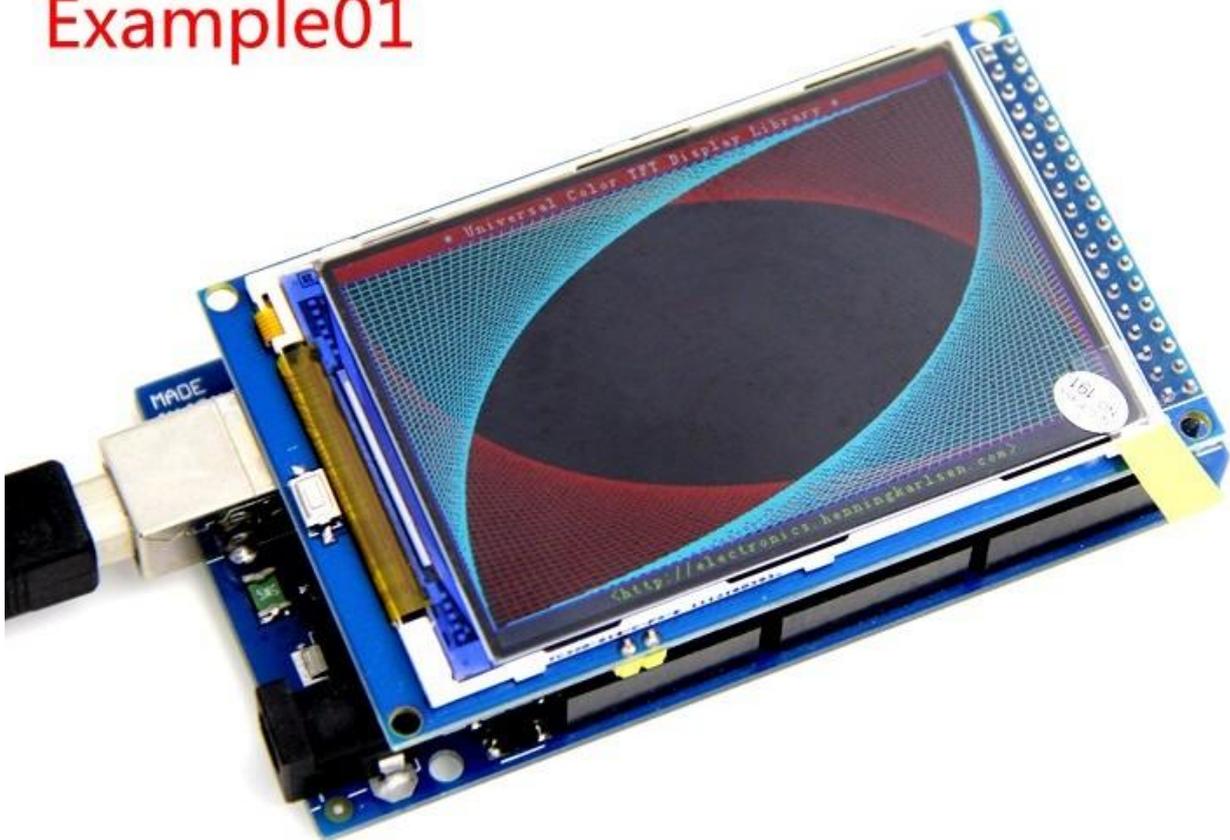


Demo Effect

UTFT_Demo Test for Arduino

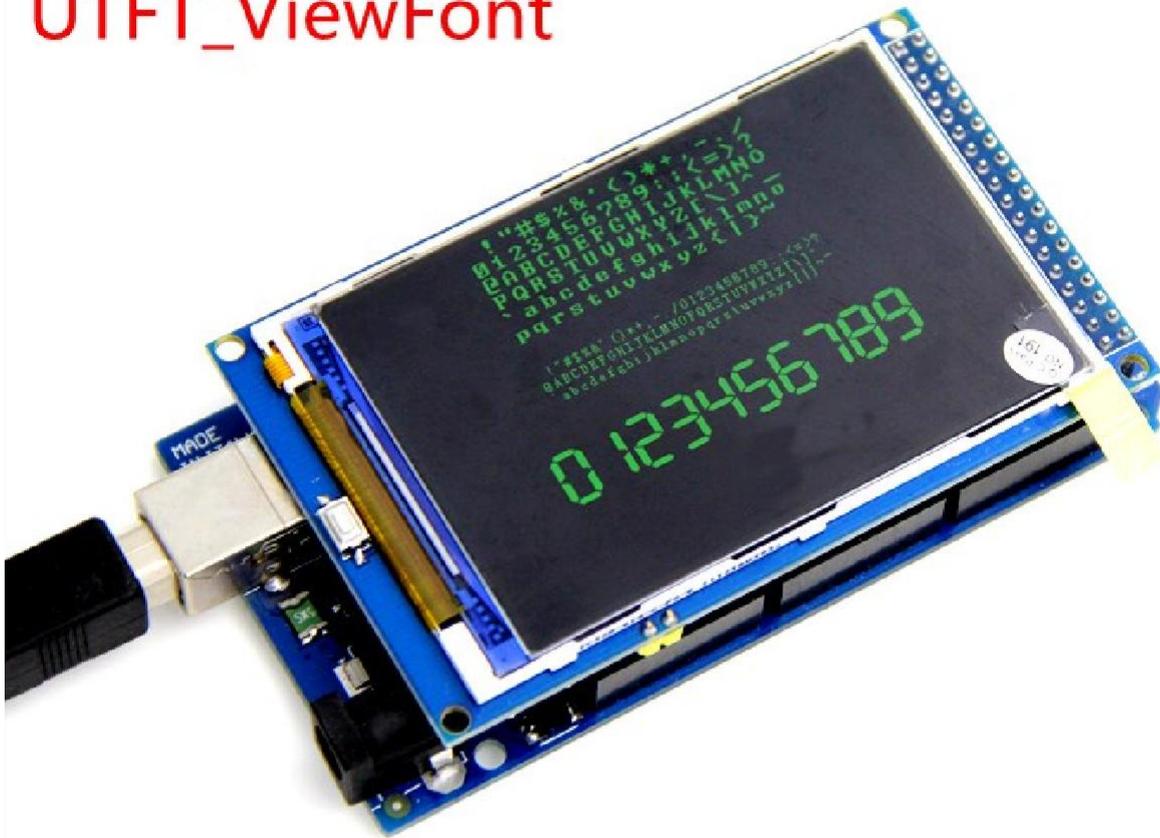
Mega2560

Example01



Example02

UTFT_ViewFont



Example03



UTFT_Buttons_Demo

Example04



UTouch_ButtonTest

Example05



UTFT_Textrotation

Example06



UTFT_Buttons_Bitmap

Made in China



Electronics Katrangi Trading

ANEXO C

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, José Asiencio Morales Quisaguano, CI 1708594146 autor/a del trabajo de graduación: **Sistema de Iluminación para vivienda rural mediante energía solar controlado por Arduino**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones** en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de difundir el respectivo trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, abril del 2018

Atentamente.



José Asiencio Morales Quisaguano.
C.I. 1708594146



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 0%

Date: sábado, febrero 17, 2018

Statistics: 0 words Plagiarized / 7944 Total words

Remarks: No Plagiarism Detected - Your Document is Healthy



Título del Documento: SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA VIVIENDA RURAL
MEDIANTE ENERGÍA SOLAR CONTROLADO POR ARDUINO

Establecimiento: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

Autor: JOSE ASIENCIO MORALES QUISAGUANO

Año: 2018

ING. FLAVIO MORALES
19/02/2018.