



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED
FOTOVOLTAICA UTILIZANDO LA PLATAFORMA APP INVENTOR
PARA MONITOREO REMOTO DE SUS VARIABLES ENERGÉTICAS Y
CONTROL DE ENCENDIDO APLICADO AL LABORATORIO DE
AUDIOVISUAL DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MARISCAL
SUCRE DEL CANTÓN ISIDRO AYORA.**

AUTORES:

JEFFERSON STALIN ORTIZ COLOMA

GILSON ALFREDO VALENCIA GRANOBLE

TUTOR

ING. GARCÍA VÁSQUEZ GABRIEL SANTIAGO Msc.

GUAYAQUIL, OCTUBRE 2018

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Todo el material expuesto a continuación, como el análisis y desarrollo incluidos en este proyecto pertenecen a los autores Ortiz Coloma Jefferson Stalin y Valencia Granoble Gilson Alfredo, y cuya propiedad intelectual le corresponde a la Universidad Politécnica salesiana.

Guayaquil, Octubre de 2018

(f) Ortiz Coloma Jefferson Stalin

C.I. 0927290379

(f) Valencia Granoble Gilson Alfredo

C.I. 0923160048

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Gilson Alfredo Valencia Granoble con cédula de ciudadanía No. 0923160048 y Jefferson Stalin Ortiz Coloma con cédula de identidad No. 0927290379, otorgamos a la Universidad Politécnica Salesiana todos los derechos en virtud de que somos los autores intelectuales y materiales del trabajo titulado: **“Diseño e implementación de un sistema de iluminación Led Fotovoltaica utilizando la plataforma APP Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la escuela de Educación Básica Mariscal Sucre del Cantón Isidro Ayora”**, quedando así la Universidad plenamente con los derechos cedidos anteriormente.

Guayaquil, septiembre de 2018

(f) Ortiz Coloma Jefferson Stalin

C.I. 0927290379

(f) Valencia Granoble Gilson Alfredo

C.I. 0923160048

DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de este proyecto técnico “**Diseño e implementación de un sistema de iluminación Led Fotovoltaica utilizando la plataforma APP Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control aplicado a la escuela de Educación Básica Mariscal Sucre del Cantón Isidro Ayora**”, presentado por los señores Gilson Alfredo Valencia Granoble y Jefferson Stalin Ortiz Coloma, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.

(f) Ing. García Vásquez Gabriel Santiago Msc.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación representa un gran logro en mi vida que gracias a Dios lo hice paso a paso. Dedico este proyecto a mis padres que confiaron en mí, que desde pequeño me inculcaron valores y un valor que lo tuve presente fue la responsabilidad lo cual me ayudó mucho para seguir adelante en mi vida diaria, gracias a ellos que me dieron su apoyo incondicional en todo sentido, su amor y sacrificio.

Adicional dedico a mis seres queridos por su motivación y confianza, a los que están y a los que ya no, sé que ellos estarán orgullosos de mí.

En el camino no hay que perder la fe, no hay que conformarse, hay que ser perseverante y tener el coraje de luchar, el tiempo es limitado.

Gilson Valencia Granoble

DEDICATORIA

Agradezco a todos los que ayudaron a hacer posible este logro tan importante en mi vida personal.

Además, quiero también agradecer a mis queridos padres por su apoyo y sacrificio no tan solo durante toda mi carrera sino también en todos estos largos años, ya que estuvieron siempre brindando su apoyo.

A mí querida esposa que estuvo siempre a mi lado dándome su apoyo para obtener este gran logro.

Jefferson Ortiz Coloma

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradecemos a Dios por darnos unos padres incondicionales, que nos apoyaron con mucho sacrificio, no ha sido sencillo el proceso, pero agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por darnos acogida, que por medio de los docentes capacitados nos transmitieron sus conocimientos para desarrollarnos como profesionales, como también estamos agradecidos con el tutor por su ayuda.

Agradecemos a la Escuela Mariscal Sucre por abrirnos las puertas para la realización del proyecto que se llevó cabo satisfactoriamente.

Gilson Valencia Granoble

Jefferson Ortiz Coloma

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	TUTOR DEL PROYECTO	TEMA DE PROYECTO
2018	Valencia Granoble, Gilson Alfredo. Ortiz Coloma, Jefferson Stalin.	Ing. García Vásquez Gabriel Santiago	Diseño e implementación de un sistema de iluminación led fotovoltaica utilizando la plataforma APP Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la escuela de educación básica Mariscal Sucre del Cantón Isidro Ayora

Este proyecto de diseño e implementación tiene como objetivo la iluminación de un laboratorio de audiovisual en la Escuela Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora utilizando luminarias de tipo LED, alimentado mediante un sistema fotovoltaico, el fin de los paneles es aprovechar la radiación solar, para luego convertirla en energía utilizable, este sistema consta con un monitoreo de las variables energéticas, tanto de la etapa de generación como también las variables consumidas por las lámparas LED, y también con el respectivo control de encendido.

El presente proyecto ofrece un sistema de iluminación tipo LED, utilizando energía renovable a través de paneles solares, el voltaje generado es almacenado en

acumuladores, dicho voltaje es convertido en tensión alterna mediante la utilización de un inversor de voltaje, para suministrar energía a las luminarias.

El sistema de control recepta la información a través de los diferentes sensores, las variables energéticas obtenidas son: voltaje, corriente y potencia las cuales son procesadas por el microcontrolador Atmel 328p.

La información obtenida es enviada a la plataforma APP INVENTOR mediante una petición desde la misma APP, mediante el módulo GSM/GPRS SIM900, y así ver la información.

El diseño del software se realiza mediante el Pic Atmel 328p y se aplican algunos criterios de programación para este, como también para los sensores y el procesamiento de datos, permitiendo así obtener los parámetros de las variables del sistema.

El encendido se realiza por WIFI y SMS, mientras que el monitoreo es a través de SMS, para permitir que las variables energéticas del sistema puedan ser observadas desde cualquier lugar por medio de un aplicativo móvil.

Palabras claves:

APP INVENTOR, WIFI, SMS, GSM, APP.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	PROJECT TUTOR	TOPIC
2018	Valencia Granoble, Gilson Alfredo. Ortiz Coloma, Jefferson Stalin.	Ing. García Vásquez Gabriel Santiago	Design and deployment of a photovoltaic lighting led system using the APP Inventor platform for remote monitoring their variables and ignition control applied to the audiovisual laboratory at the primary school “Mariscal Sucre”.

This project of design and implementation aims to illuminate an audiovisual laboratory at the “Mariscal Sucre School” in the Isidro Ayora canton using low power Led type luminaires powered by photovoltaic panels, the response of the panels is to take advantage of solar energy to convert it into usable energy, which represents an energy saving. This system consists of a permanent monitoring of the energy variables, as well as generation and consumption of energy with its ignition control.

This project presents a system lighting, using renewable energy, through the photovoltaic panels, this energy is accumulated in the batteries and then turned to voltage to work the luminaires.

The control panel receives all the information that comes from the different sensors, that through different electronic cards, they take this data to the microcontroller.

The information received is sent the APP Inventor platform through the GSM / GPRS module SIM900 for further analysis and visualization of data.

The software is designed using an Atmel 328p pic and some programming algorithms is applied to calibrate this, modules and data processing, to get the parameters of the variables.

The ignition is made by WIFI and SMS, while the monitoring is through SMS, to allow the process of the system to be observed from any place by means of a cell phone, for its analysis in real time.

Key words:

APP INVENTOR, WIFI, SMS, GSM, APP.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	III
DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Importancia Y Alcance	2
1.3. Delimitación.....	3
1.3.1. Espacial	3
1.3.2. Temporal	3
1.3.3. Sectorial.....	4
1.3.4. Académica.....	4
1.4. Justificación Del Proyecto	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
3.1. Energía Solar.....	6
3.1.1. Radiación solar.....	6
3.1.1.1. Tipos de radiación solar	7
3.1.2. Generación de energía fotovoltaica.....	8
3.1.2.1. Componentes de una central de generación fotovoltaica.....	8
3.1.2.2. Módulo solar	9
3.1.2.3. Batería	10
3.1.2.4. Regulador de carga.....	11
3.1.2.5. Inversor de voltaje.....	12

3.2. Iluminación LED.....	12
3.3. Instrumentación Electrónica.....	13
3.4. Telemetría	14
3.5. Introducción red GSM	15
3.5.1. Arquitectura de la red GSM	15
3.5.2. Servicio SMS	16
3.6. Microcontrolador ATMEL 328P	16
3.7. Módulo Sim900 GPRS/GSM.....	17
3.8. Módulo Wifi NODEMCU ESP8266 V1.0.....	18
3.9. Protocolo HTTP	19
3.10. Comandos AT	20
3.10.1. Sintaxis del comando AT	20
3.10.2. Ejemplo de comandos AT	21
3.11. Aplicación App Inventor	22
3.11.1. Paleta de componentes	23
3.11.2. Componentes.....	23
3.11.3. Diseñador y editor de bloques.....	24
4. MARCO METODOLÓGICO	25
4.1. Metodología	25
4.1.1. Método analítico.....	25
4.1.2. Método sintético.....	25
4.1.3. Método deductivo.....	26
4.1.4. Método inductivo	26
4.1.5. Metodología histórico lógico	26
4.2. Beneficiarios	26
4.3. Impacto.....	26
4.4. Funcionalidad.....	27
5.1. Implementación y Desarrollo	28
5.1.1. Dimensionamiento de una central de generación fotovoltaica	29
5.1.1.1. Identificación de radiación solar en el cantón Isidro Ayora	30
5.1.1.2. Cálculo del consumo de energía	32
5.1.1.3. Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos	33

5.1.1.4. Dimensionamiento del regulador de carga.....	34
5.1.1.5. Dimensionamiento de baterías	35
5.1.1.6. Dimensionamiento del inversor de voltaje.....	36
5.1.1.7. Instalación de estructura metálica	37
5.1.1.8. Conexión de módulos fotovoltaicos.....	38
5.1.2. Instalación de lámparas Leds	38
5.1.3. Tablero de control eléctrico	39
5.1.4. Diseño de equipos para la obtención de datos	40
5.1.4.1. Diseño de equipos	40
5.1.4.2. Elementos principales para la obtención de datos energéticos.	42
5.1.4.3. Sensor de corriente ACS712	42
5.1.4.4. Divisor de voltaje	43
5.1.4.5. Sensor de corriente SCT – 013-000	44
5.1.4.6. Acondicionamiento del Sensor de corriente SCT – 013-000.....	45
5.1.4.7. Sensor de voltaje	46
5.1.4.8. Acondicionamiento y calibración del sensor de voltaje.....	47
5.2. Instalación de tarjeta de control en el tablero eléctrico.....	49
5.2.1. Conexión	49
5.2.2. Descripción de información mostrada en LCD principal	51
5.2.3. Descripción de información mostrada en LCD secundario	52
5.2.4. Descripción de conexiones del sistema de control.....	52
5.2.5. Módulo SIM900 para envío de datos y encendido de luces LED.....	53
5.2.6. Instalación de simcard en el módulo SIM900.....	54
5.3. Control y visualización de datos en la plataforma App Inventor.....	54
5.3.1. Desarrollo de la aplicación en App Inventor.....	55
5.3.2. Diseño de pantalla para selección de modos de encendido y datos	55
5.3.3. Configuración de datos energéticos y modalidad de encendido	56
5.3.4. Diseño de pantalla para el encendido de las luces LED en el modo SMS.....	56
5.3.5. Configuración para el encendido de las luces LED en el modo SMS	57
5.3.6. Diseño de pantalla para el encendido de las luces LED en el modo WIFI	59
5.3.7. Configuración para el encendido de las luces LED mediante WIFI.....	59
5.3.8. Diseño de pantalla para adquisición de datos energéticos	61

5.3.9. Configuración para adquisición de las variables energéticas.....	61
5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
5.4.1. Resultado del sistema de iluminación tipo led.....	63
5.4.2. Resultados de tensión y corriente de los paneles solares	64
5.4.3. Resultados logrados en el inversor de voltaje	66
5.5. Resultados obtenidos por el sistema de control y adquisición de datos.....	66
5.6. Instalación de la aplicación	70
5.7. Aplicación instalada en el teléfono celular	71
5.8. Resultados obtenidos en la aplicación.....	71
5.8.1. Presentación de la aplicación	71
5.8.2. Modos de encendido y adquisición de datos.....	72
5.8.3. Modo de encendido y apagado por SMS	73
5.8.4. Modo de encendido y apagado por WIFI.....	73
5.8.5. Adquisición de datos energéticos en la aplicación.....	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Escuela Mariscal Sucre.....	3
Figura 2. Energía expulsada por el sol.....	6
Figura 3. Componentes de una central de generación fotovoltaica.....	9
Figura 4. Módulo fotovoltaico marca AVRESA.....	10
Figura 5. Batería	11
Figura 6. Regulador de carga.....	11
Figura 7. Inversor de voltaje	12
Figura 8. Focos tipo led	12
Figura 9. Diagrama de bloques de las etapas de la instrumentación electrónica	14
Figura 10. Sistema de telemetría	14
Figura 11. Arquitectura de la red GSM	15
Figura 12. Estructura del servicio SMS.....	16
Figura 13. Microcontrolador Atmel 328p	17
Figura 14. Módulo SIM900 GSM/GPRS.....	17
Figura 15. Módulo Wifi ESP8266 V1.0	18
Figura 16. Protocolo http	20
Figura 17. Estructura de un comando AT.....	21
Figura 18. Página principal de la aplicación App Inventor	23
Figura 19. Paleta de componentes	23
Figura 20. Elementos agregados	24
Figura 21. Bloques de programación	24
Figura 22. Conexión central fotovoltaica y sistema de iluminación LED	28
Figura 23. Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico AVRESA CYC-155W...	33
Figura 24. Regulador de carga en funcionamiento	35
Figura 25. Banco de baterías Universal Battery conectadas en paralelo	36
Figura 26. Inversor de voltaje entrada 12Vdc con salida a 115Vac	37
Figura 27. Estructura para módulos fotovoltaicos.....	37
Figura 28. Estructura para módulos fotovoltaicos.....	38
Figura 29. Instalación de lámpara Led de 24W	39

Figura 30. Tablero de control.....	39
Figura 31. Ubicación del tablero de control en el laboratorio.....	40
Figura 32. Diagrama de bloques del sistema de adquisición de datos.....	41
Figura 33. Sensor de corriente Allegro ACS712	42
Figura 34. Divisor de voltaje.....	43
Figura 35. Sensor de corriente SCT-013-000 no invasivo.	44
Figura 36. Acondicionamiento de señal del sensor SCT-013-000.....	46
Figura 37. Transformador de voltaje.....	47
Figura 38. Circuito Open Energy Monitor para lectura de voltaje AC	48
Figura 39. Esquema para lectura de voltaje AC	49
Figura 40. Parte frontal del sistema control	50
Figura 41. Información LCD principal	51
Figura 42. Información LCD secundario	52
Figura 43. Conexiones del sistema de control	53
Figura 44. Módulo GSM con SIMCARD instalada.....	54
Figura 45. Diseño ventana principal de la APP.....	55
Figura 46. Datos energéticos y modalidad de encendido.....	56
Figura 47. Botones de acceso a datos y selección modos de encendido	56
Figura 48. Control On/Off para encendido de las luces LED.....	57
Figura 49. Modo de encendido por SMS.....	57
Figura 50. Encendido por modalidad SMS	58
Figura 51. Control de encendido por modalidad WIFI.....	59
Figura 52. Configuración para encendido por WIFI	60
Figura 53. Configuración de apagado por WIFI.....	60
Figura 54. Obtención de variables energéticos	61
Figura 55. Envío de datos energéticos	62
Figura 56. Plano eléctrico del laboratorio.....	63
Figura 57. Iluminación actual del laboratorio funcionando.....	64
Figura 58. Iluminación anterior del laboratorio.....	64
Figura 59. Medición de tensión del módulo solar	65

Figura 60. Amperímetro FINEST CA 113	65
Figura 61. Voltaje medido a la salida del inversor de tensión	66
Figura 62. Generación de código QR.....	70
Figura 63. Aplicación ya instalada en el celular	71
Figura 64. Primera pantalla de la aplicación	72
Figura 65. Monitoreo de datos y modos de encendido.....	72
Figura 66. Encendido y apagado del sistema en la aplicación por SMS	73
Figura 67. Encendido y apagado del sistema en la aplicación por WIFI	73
Figura 68. Pantalla previa a la obtención de datos.....	74
Figura 69. Datos energéticos en la aplicación.....	74
Figura 70. Ingreso del correo al que se envía la información en App Inventor.....	103
Figura 71. Envío de los datos energéticos al correo electrónico	104
Figura 72. Respaldo de los datos energéticos en el correo electrónico	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comandos AT	22
Tabla 2. Niveles de radiación mensuales sobre la ubicación del proyecto	31
Tabla 3. Consumo energético del laboratorio	32
Tabla 4. Comparación del voltaje en módulos fotovoltaicos.....	67
Tabla 5. Comparación de corriente en módulos fotovoltaicos.....	67
Tabla 6. Comparación de voltaje suministrado a las lámparas led.	68
Tabla 7. Comparación de corriente en las lámparas led.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto del Proyecto.....	80
Anexo 2: Programación Pic Atmel 328p.	81
Anexo 3: Cronograma	90
Anexo 4: Programación módulo WIFI.....	91
Anexo 5: Ahorro energético.....	94
Anexo 6: Hoja de datos técnicos de los módulos solares.....	96
Anexo 7: Datos técnicos batería.....	98
Anexo 8: Datos técnicos de equipo de control de carga.	100
Anexo 9: Datos técnicos tarjeta SIM 900	101
Anexo 10: Esquema de conexiones eléctricas de los equipos del proyecto.....	102
Anexo 11: Respaldo de los datos energéticos obtenidos en la monitorización	103
Anexo 12: Lámpara LED ojo de buey de 24W	105

INTRODUCCIÓN

Este proyecto brinda un mejoramiento a la iluminación del laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del Cantón Isidro Ayora y su fin es desarrollar un sistema de monitoreo, para obtener de manera remota las variables que se presentan en el sistema, lo que nos encaminó a enfocarnos en el desarrollo y la implementación de equipos que facilitaran la captación de la información, el procesamiento, el envío y la monitorización de los datos energéticos.

En el documento se encuentran detallados los motivos por los cuales se plantea este mejoramiento, el sitio de desarrollo, su instalación y el respectivo estudio de los resultados obtenidos, se analiza también el problema, sus delimitaciones como: espacial, temporal y académica.

También se determina la central generación fotovoltaica óptima para todo el sistema, como también el equipo para la obtención y envío de datos, también se muestra la programación dentro de la plataforma APP INVENTOR para el control de encendido del sistema de iluminación por los diferentes métodos planteados WIFI y SMS.

Con el proyecto expuesto se da una apertura al uso de energías renovables, comunicación inalámbrica y aplicaciones web de código abierto dentro del cantón antes mencionado.

PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Los desafíos para la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil son la vinculación entre la universidad y la sociedad, ya que por un lado están los intereses y necesidades que exige la sociedad y por otro lado la de abarcar los requerimientos a manos de la universidad. Por la pertinencia del proyecto se plantea el **diseño e implementación de un sistema de iluminación led fotovoltaica utilizando la plataforma App Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora**, el cual no cuenta con una buena iluminación que permita ejercer actividades acordes a las necesidades del plantel.

1.2. Importancia Y Alcance

La meta por desarrollar de este proyecto es dar comienzo al uso a una fuente natural e inagotable de energía, la iluminación LED y el uso de una plataforma para dispositivos móviles de código abierto para la monitorización de sus variables energéticas y el control del sistema de iluminación.

La finalidad que tiene este proyecto técnico es promover la importancia del uso de nuevas energías, específicamente energía solar, que ayuden con la conservación del medio ambiente.

En un establecimiento técnico, sea que se refiera a un colegio, o una universidad, debe existir interés en la adquisición de ciertos conocimientos en tecnologías de actualidad, por ejemplo: una red GSM y plataformas ya sea tipo móvil o web, para este caso

teléfonos celulares, y de tal forma que los estudiantes conozcan nuevas alternativas de fácil uso, envío y almacenamiento de datos.

La importancia de este proyecto es la experimentación y la aplicación de los conocimientos adquiridos en la universidad de manera más práctica. Con la tecnología GSM y de la mano la plataforma App Inventor, se puede enviar datos desde cualquier parte para su posterior análisis.

1.3. Delimitación

1.3.1. Espacial

El proyecto es implementado en la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora Provincia del Guayas. (Véase Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de la Escuela Mariscal Sucre

(<https://www.google.com.ec/maps>, 2018)

1.3.2. Temporal

El presente proyecto técnico tuvo una duración de 18 meses a partir de la aprobación del plan incluyendo la evaluación.

1.3.3. Sectorial

El presente proyecto técnico tuvo su desarrollo en el sector noroeste del cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas.

1.3.4. Académica

El alcance que posee este proyecto técnico, en lo referente a la parte académica, contiene varios conocimientos que se obtuvieron en la carrera Ingeniería Electrónica, con más exactitud en las materias como Sistemas Microprocesadores I, II, Instalaciones Industriales, Instalaciones Civiles y Electrónica Analógica.

1.4. Justificación Del Proyecto

La inestabilidad del sistema de iluminación que existe en el laboratorio de audiovisual del plantel, es debido al uso de luminarias de baja eficiencia y alto consumo energético, por lo tanto, estas requieren de mantenimiento y cambio a corto plazo y es la razón por la cual este alumbrado no es el adecuado para el laboratorio.

Con el desarrollo de este proyecto se mejorará la iluminación del laboratorio de audiovisual, para lograr dicho objetivo se instalarán lámparas tipo LED alimentada por medio de energía fotovoltaica, dicho proyecto generará un aporte significativo a la implementación de sistemas de control y monitoreo remoto.

De la misma forma es un gran aporte para los docentes, estudiantes y las diferentes actividades desarrolladas en el laboratorio.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diseño e implementación de un sistema de iluminación led fotovoltaica utilizando la plataforma APP Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del Cantón Isidro Ayora.

2.2. Objetivos específicos

- Diseñar una central de generación fotovoltaica que satisfaga la demanda del sistema de iluminación led.
- Configurar una App que permita al usuario seleccionar el modo de encendido de las luminarias led, sea por SMS o WIFI.
- Instalar elementos de la central fotovoltaica junto al equipo para adquisición y envío de información.
- Diseñar un Scada para el control de encendido y apagado del sistema de iluminación y monitoreo remoto de las variables energéticas mediante la aplicación para móviles APP Inventor.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Energía Solar

La energía es generada en la superficie solar, el cual es un proceso resultante de las reacciones generadas en el sol, que llegan hasta la atmósfera terrestre viajando por el espacio brinda excedentes de energía, de forma que superan a las fuentes de energía convencionales.

La energía solar supera ampliamente a otras fuentes de energía, como por ejemplo: la energía geotérmica, la energía mareomotriz, la energía nuclear, eólica o la que proporciona los combustibles fósiles. (Jutglar, 2004)

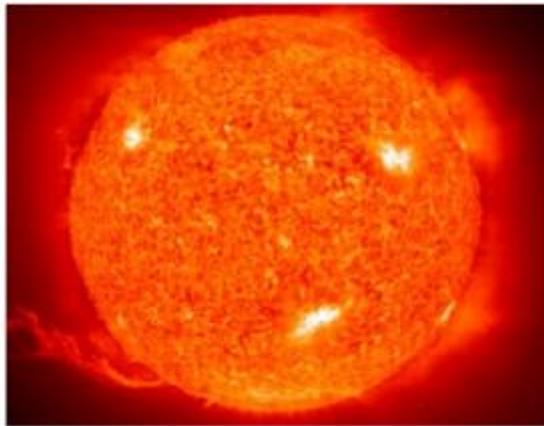


Figura 2. Energía expulsada por el sol

(Arenas & Hodman, 2011)

3.1.1. Radiación solar

Es la energía que proviene del Sol en ondas electromagnéticas de distintas frecuencias como: luz visible, infrarroja y ultravioleta. (radiacionsolar, 2011)

En valores aproximados a lo que recibimos, se encuentran comprendidos entre $0.4\mu m$ y $0.7\mu m$, dichos valores son detectadas por la vista humana, y también es llamada luz

visible. De la mitad restante, el total se acomoda en la otra sección del espectro infrarrojo y a una mínima porción en la ultravioleta. (radiacionsolar, 2011)

La radiación que la atmósfera no absorbe es considerada como la causante de los problemas producidos en las partes expuestas de la piel, cuando esta se expone por muchas horas al día sin la debida protección. (radiacionsolar, 2011)

3.1.1.1. Tipos de radiación solar

Radiación Directa: es la porción de radiación solar que arriba a la atmósfera de la tierra, con una trayectoria establecida, que es la que permite la unión del sol con cualquier parte en la atmósfera. (radiacionsolar, 2011)

Radiación Difusa: es una parte de radiación del sol que arriba a la atmósfera terrestre sin trayectoria alguna, ya que es resultado de la radiación solar directa con partículas y un conjunto de otros componentes albergados en la atmósfera terrestre. (radiacionsolar, 2011)

Radiación Reflejada: es producto de aquella radiación que se refleja gracias a la atmósfera terrestre. Dicha radiación tiene relación respecto del factor reflexivo de nuestro planeta, conocido como albedo. Todas las superficies no reciben la radiación reflejada, ya que no tienen contacto con la superficie terrestre y por otro lado las superficies que son verticales reciben más de esta radiación mencionada. (radiacionsolar, 2011)

Radiación Global: da como resultante de las radiaciones antes vistas. En un día parcial o totalmente despejado, con un cielo descubierto, la radiación directa es predominante con respecto de la radiación difusa, cuando hay un día con nubosidad la

radiación directa es casi nula y el total de la radiación solar incidente es radiación difusa. (radiacionsolar, 2011)

En las diferentes alternativas de módulos solares se aprovecha de manera distinta la radiación emitida por el sol. Los módulos fotovoltaicos planos, tienen mayor captación de radiación total, los módulos de concentración solo son capaces de obtener radiación directa. Por lo tanto, los módulos solares son ubicados en lugares con muy poca presencia de nubosidad. (radiacionsolar, 2011)

3.1.2. Generación de energía fotovoltaica

Se define como generación o producción de energía fotovoltaica al proceso de conseguir energía eléctrica mediante la utilización de paneles solares, dichos paneles están constituidos por elementos semiconductores como el “diodo”, y otros componentes los cuales ayudan a captar la radiación solar gracias a un proceso químico de excitación y el cual es llamado efecto fotoeléctrico. (Arenas & Hodman, 2011)

Tras generarse dicho efecto se produce una pequeña caída de voltaje a los extremos de las placas internas del módulo. El conjunto de una serie de varios elementos llamados fotodiodos que permiten obtener voltajes mayores utilizando diferentes conexiones o configuraciones para el uso de pequeños equipos electrónicos. (Arenas & Hodman, 2011)

3.1.2.1. Componentes de una central de generación fotovoltaica

La central está conformada por varios elementos importantes para el correcto funcionamiento de la central, los cuales permiten el control del sistema, tanto de carga y descarga de los acumuladores, véase Figura 3.

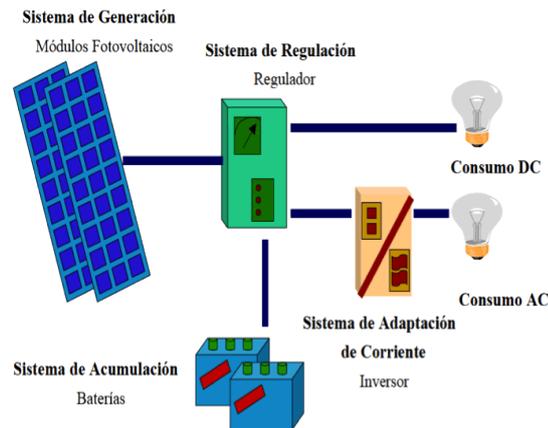


Figura 3. Componentes de una central de generación fotovoltaica
(Magrenas, 2015)

3.1.2.2. Módulo solar

Su principal función es la de lograr obtener y transformar la radiación generada por los rayos solares en electricidad, los paneles pueden estar en un sistema fotovoltaico en dos diferentes formas de conexión, ya sea en serie como también en conexión paralelo. Cuando se requiere de una conexión en serie el valor de voltaje total dará como resultado la suma de los voltajes de cada uno de los módulos existentes en el sistema, por otro lado, la corriente que se tiene producto de esta conexión es la misma corriente de un solo módulo. (Arenas & Hodman, 2011)

La conexión en paralelo permite que la corriente total sea la suma de las corrientes de cada uno de los módulos y la tensión obtenida es el voltaje de un solo panel solar, existen diferentes módulos solares tales como: monocristalinos y policristalinos. (Arenas & Hodman, 2011)



Figura 4. Módulo fotovoltaico marca AVRESA

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

3.1.2.3. Batería

Permite almacenar la energía obtenida de la radiación solar, la cual es captada por medio de los módulos solares, y almacenada en las baterías gracias al equipo que maneja la carga de las mismas. (Arenas & Hodman, 2011)

Para este proyecto los acumuladores juegan un importante papel, ya que se trabajará con un sistema aislado, que no depende de la red eléctrica pública, y más que nada el equipo encargado de la regulación de carga de las baterías, se activa cuando detecta un voltaje en sus terminales, dicho valor es dado por el fabricante y los cuales están entre 12 y 24 Vdc. (Arenas & Hodman, 2011)

El tipo de batería adecuado para los sistemas fotovoltaicos, son las tipo AGM, que son compactas, resisten tensión mecánica y lo más importante, poseen un tiempo de vida útil de 5 años, no es recomendable la utilización de acumuladores que sean utilizados en automóviles, si bien es cierto estas baterías se encuentran fácilmente en el mercado y a precios bajos que la batería para sistemas solares, el tiempo de vida es corto y ronda entre el año y los dos años, perjudicando así a nuestro sistema. (Arenas & Hodman, 2011)



Figura 5. Batería

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

3.1.2.4. Regulador de carga

Este equipo permite controlar el proceso de carga de la batería, lo correspondiente a la etapa de sobrecarga evita que, con los acumuladores a plena capacidad de carga, el panel o el conjunto de paneles solares sigan suministrando corriente a los acumuladores. El proceso se realiza cortando el flujo de corriente de los módulos solares. (Arenas & Hodman, 2011)

El regulador controla también la descarga de los acumuladores, cuando estos están cargados y sin tener un consumo en ellas, el controlador inicia internamente una etapa de descarga y así no afectar el funcionamiento de las baterías. (Arenas & Hodman, 2011)



Figura 6. Regulador de carga

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

3.1.2.5. Inversor de voltaje

El trabajo de este equipo es convertir la tensión continua acumulada en las baterías a un voltaje alterno, y acorde a lo necesario para alimentar a la carga, a continuación se observa el inversor utilizado. (Arenas & Hodman, 2011)



Figura 7. Inversor de voltaje

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

3.2. Iluminación LED

La tecnología empleada en este proyecto utiliza la iluminación tipo “LED”, palabra proveniente del inglés “light-emitting diode”, que se traduce al español como “diodo emisor de luz”. Es un componente opto eléctrico pasivo fabricado con material semiconductor. Su funcionamiento, básicamente se basa en el efecto producido por la luminiscencia. (Corral, 2014)



Figura 8. Focos tipo led

(TopXLed, 2017)

Ventajas

- La principal ventaja, es el ahorro de energía, la cual es una importante ventaja; contribuyendo así con una disminución del 70-80% con respecto a otros medios de iluminación como bombillas, lámparas de halógeno, etc.
- La vida útil es otra característica de los LED, ya que pueden alcanzar varias horas de funcionamiento que van desde 25000 horas de trabajo a más, con cifras mayores que una fluorescente o bombilla incandescente.
- Los LED no se ven afectado por caídas de tensión en la red, y esto hace que su funcionamiento sea adecuado para ser utilizado en diferentes zonas en las que existe este efecto.
- Los LED no tienen elementos como el tungsteno o el wolframio, como es el caso de las bombillas comunes, ni mercurio como las fluorescentes.

3.3. Instrumentación Electrónica

Esta técnica se podría definir como la medición de una magnitud física o química, de los cuales existe una conversión y procesamiento para obtener una información para un posterior control (Instrumentacionelectronicai, 2013)

La instrumentación se aplica cuando se usa un sensor y se realiza un procesamiento de los datos obtenidos de las variables físicas, a partir de las cuales se realiza la monitorización y control de los procesos utilizando diferentes elementos electrónicos. (Instrumentacionelectronicai, 2013)



Figura 9. Diagrama de bloques de las etapas de la instrumentación electrónica
(Instrumentacionelectronica, 2013)

3.4. Telemetría

La telemetría es una innovación tecnológica que permite medir variables físicas de manera remota, para luego enviar dichos datos a un servidor web. El envío de información al servidor en un sistema telemétrico se realiza comúnmente a través del envío de datos vía remota por cualquier medio inalámbrico, a pesar de que también es posible por diferentes medios como: teléfono, PC, conexión de fibra óptica. (Controlysolucioneseléctricas, s.f.)

El envío de la información que se realiza mediante la plataforma GSM, tiene en nuestro país un amplio alcance y velocidad, dentro de esta plataforma hay 2 formas diferentes de enviar y obtener datos que son: por SMS y por GPRS cada uno con una alternativa diferente. (Controlysolucioneseléctricas, s.f.)

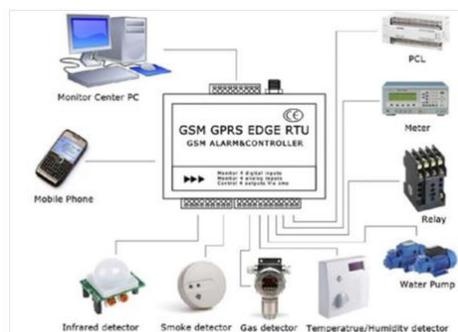


Figura 10. Sistema de telemetría
(rturemoteterminalunit, 2017)

3.5. Introducción red GSM

Conocida también como "*Group Special Mobile*" (GSM, Grupo Especial Móvil), es conocida como Sistema Global utilizada en las comunicaciones móviles, el cual esta estandarizado a la comunicación para los celulares móviles diseñado por CEPT y luego optimizado por el ETSI como sistema único para celulares de Europa, cuyo fin era el de establecer una norma que fuese adoptada por muchos países. El estándar es libre, no tiene propietario, el cual aún se encuentra en pleno desarrollo y es muy preponderante en todo el continente Europeo, así para el resto (un alto porcentaje de los usuarios de celulares alrededor del mundo en el año 2004 usaban GSM). (Velasco, s.f.)

3.5.1. Arquitectura de la red GSM

De manera concreta la composición de esta red, se considera que la red GSM es compleja, ya que posee varios componentes. La finalidad de la presentación es mostrar al servicio SMS a un nivel diferente, sin dar muchos detalles. (Velasco, s.f.)

Todos los elementos pertenecientes a la red sea tanto radio como núcleo central se deben encontrar conectadas con el mismo sistema de mantenimiento, para la respectiva supervisión desde el centro de operaciones y de mantenimiento, para así lograr una monitorización de los elementos de la red. (Velasco, s.f.)

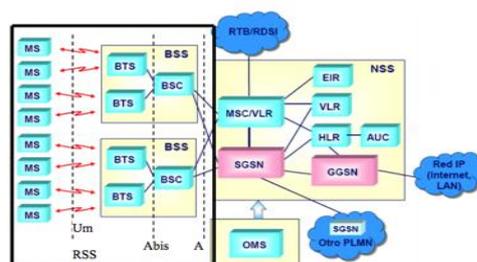


Figura 11. Arquitectura de la red GSM

(Velasco, s.f.)

3.5.2. Servicio SMS

Este servicio facilita el envío de un mensaje que contiene texto entre una estación que es móvil y otro punto gracias a un medio ubicado en un puesto de servicio. El servicio ofrecido, es un enlace que va de lado - lado con la estación móvil y otra entidad, dicha entidad también puede ser otra estación diferente o puede encontrarse junto a una red fija. (Velasco, s.f.)

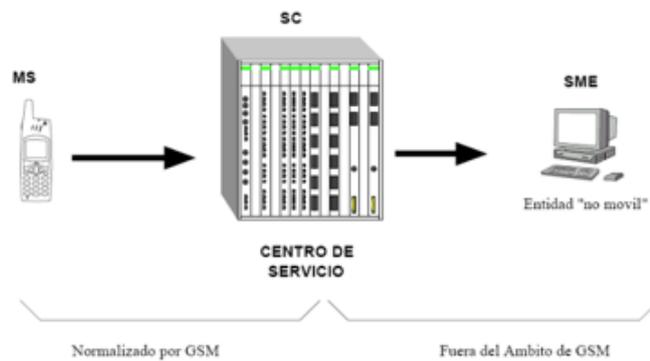


Figura 12. Estructura del servicio SMS

(Velasco, s.f.)

3.6. Microcontrolador ATMEL 328P

Este microcontrolador fue creado por la compañía Atmel basado en la arquitectura RISC de AVR de 8 bits, es un dispositivo de alto rendimiento ya que combinan memoria flash ISP de 32KB con capacidades de lectura y escritura, con una memoria EEPROM de un 1KB, SRAM de 2KB, 23 líneas de E/S de uso general, contadores comparación, interrupciones internas y también externas, posee también un convertidor análogo/digital de 10 bits en total, posee un temporizador de vigilancia el cual es programable con un oscilador interno y también cinco modos incluidos de ahorro de energía seleccionadas por programación, el dispositivo funciona con un voltaje que va de entre 1.8 a 5 Vdc. (Microchip, 2018)

Gracias a la ejecución de potentes instrucciones con un solo ciclo de reloj, el dispositivo logra alcanzar velocidades de hasta 2 MIPS (millones de instrucciones por segundo) por MHz, balanceando el consumo de energía y procesamiento. (Microchip, 2018)



Figura 13. Microcontrolador Atmel 328p
(Microchip, 2018)

3.7. Módulo Sim900 GPRS/GSM

Es un módulo inalámbrico ultra compacto y confiable, es una placa de arranque y un sistema mínimo del módulo Sim900 de banda cuádruple GSM / GPRS. Se puede comunicar con los controladores sea arduino o sus clones mediante comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM Enhanced AT Commands). Este módulo admite el encendido y el restablecimiento del software.

El GPRS es configurado y controlado a través de su UART utilizando simples comandos AT, simplemente se conecta en la placa Arduino, AVR, ARM, FPGA y CPLD, puede usar el control AT fácilmente para controlarla. El módulo se puede conectar a la PC a través de FT232RL. (Elefreaks, 2017)



Figura 14. Módulo SIM900 GSM/GPRS
(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Características del módulo

- Trabaja con cuatro bandas 850/900 /1800/ 1900 MHz - trabaja con la red GSM a nivel mundial.
- Controlado mediante comandos AT - Comandos estándar: GSM 07.07 y 07.05.
- Pila de protocolos TCP/UDP – la cual Le permite cargar datos a un servidor web.
- Baja demanda de energía - 1,5 mA (modo de espera).

3.8. Módulo Wifi NODEMCU ESP8266 V1.0

Es una placa basada en el módulo ESP8266, pero con grandes mejoras que su antecesor el modelo ESP8266 V0.9, este módulo permite la conexión a una red wifi, y para dicha conexión se necesita conocer características básicas como: el nombre de la red a la cual se va a conectar y su respectiva contraseña, es de fácil programación ya que básicamente este modelo incorpora una memoria flash que permite almacenar programas y sketches, dicho módulo puede ser programado con la plataforma con la cual se programan las tarjetas Arduino, véase Figura 15.



Figura 15. Módulo Wifi ESP8266 V1.0

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Características del módulo

- Protocolo 802.11b/g/n
- WIFI 2.4GHZ, soporta WPA/WPA2
- Protocolo TCP/IP integrado
- CPU de 32 bits
- Consumo energético: < 10 uA
- Potencia de salida: +19.5 dbm en modo 802.11b

3.9. Protocolo HTTP

Se encarga de la transmisión de Hipertexto, es el más utilizado al realizar una transacción de World Wide Web, se dice que es un protocolo que no tiene estado, lo cual quiere decir que no almacena información sobre conexiones pasadas, además hace uso del puerto 80. Se muestra La sintaxis utilizada para la petición del protocolo http. (Rigoberto, 2015)

`Http: // dirección [:puerto] [path]`

Dónde:

Dirección: nombres de dominio (DNS) o una dirección IP.

Puerto: 80 por defecto.

Path: (por defecto “/”) indica el recurso al que se accede.

Existen diferentes versiones de HTTP que pueden ser la 1.0, la 0.9 y la 1.1, hoy en día la más utilizada es la HTTP/1.1 y sus métodos de peticiones son: Get, Head, Post, Put, entre otros.

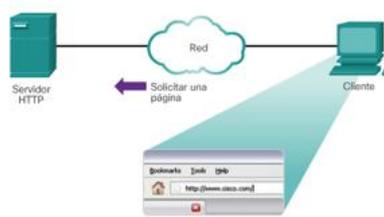


Figura 16. Protocolo http

(Interpolados, 2017)

3.10. Comandos AT

Son un conjunto de instrucciones establecidas las cuales conforman un tipo de lenguaje para la comunicación entre el terminal modem y el cliente. (Bluehack, 2005)

Al comienzo, los comandos AT fueron creados por el ingeniero Dennis Hayes en el año 1977 como un medio para la comunicación con un modem y así lograr su configuración y brindarle una serie de órdenes, como llamar al número de un móvil. Luego, con el avanzar de la tecnología del baudio, muchas de las compañías como Microcom, también US Robotics continuaron con el desarrollo y en la expansión del juego de estos comandos hasta ser utilizados globalmente. (Bluehack, 2005)

Aunque el fin principal de la creación de estos comandos fue facilitar la comunicación con los diferentes módems, también facilitó a la telefonía celular GSM quien tomó este lenguaje para lograr la comunicación con sus diferentes terminales. Estos juegos de diferentes instrucciones se encuentran incluida la ficha técnica del terminal GSM y las cuales permiten diferentes acciones como efectuar llamadas y también llamadas de datos. (Bluehack, 2005)

3.10.1. Sintaxis del comando AT

En estos comandos se escribe primeramente el prefijo “AT” ya que se puede escribir más instrucciones en la línea de comandos y solamente una vez se escribirá el prefijo,

también están compuestos por cadenas de caracteres ACSII dentro de la línea de comandos. Estos comandos AT tienen una estructuración establecida para la ejecución de los mismos que conoceremos a continuación: (Poma & Cabrera, 2015)

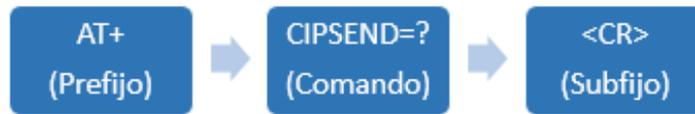


Figura 17. Estructura de un comando AT

(Rangel & Enriquez, 2017)

- El prefijo de los comandos AT debe ser la cadena de caracteres “AT”, con el signo “+”.
- El comando es la solicitud que se procesa en el terminal GSM/GPRS y puede escribirse con letras minúsculas o mayúsculas no influye en la solicitud de respuesta.
- El sufijo perteneciente a estos comandos debe ser de retorno <CR>, es el equivalente a ENTER.

En los comandos existen los siguientes modelos de solicitudes:

AT+=x Configura un parámetro con valor x.

AT+? Pide información al modem

AT+ =? Se obtiene un amplio nivel de valores permitidos que se logran configurar.

3.10.2. Ejemplo de comandos AT

En la Tabla 1 se muestran algunos de los más importantes comandos utilizados en este proyecto:

Tabla 1. Comandos AT

Comando	Descripción
AT	Comprobamos la disponibilidad del dispositivo.
AT+CPIN?	A la espera de los códigos PUK PIN.
AT+CMGS="+59399444xxx"	Se utiliza para enviar mensajes SMS. Los mensajes pueden ser enviados en el modo de texto o en el modo PDU.
AT+CGATT?	Es utilizada para la conexión o la desconexión del dispositivo al servicio de dominio de paquetes (GPRS).
AT+CIPSTART="TCP", "80.24 3.190.58", "80"	Inicia con TCP o también conexión UDP.

(Rangel & Enriquez, 2017)

3.11. Aplicación App Inventor

Para el control y monitoreo del sistema de iluminación LED fotovoltaico, se utilizó una herramienta web de programación visual, conocido como MIT App Inventor, el cual permite crear aplicaciones únicamente para dispositivos móviles los cuales funcionen con sistema operativo Android, la sintaxis de programación que utiliza App Inventor está basado en la unión de bloques, los cuales permiten programar de una manera más sencilla.

sobre el componente deseado para después en el panel de las propiedades establecer sus parámetros.

También permite seleccionarlo, cambiar nombre o borrarlo, véase Figura 20.

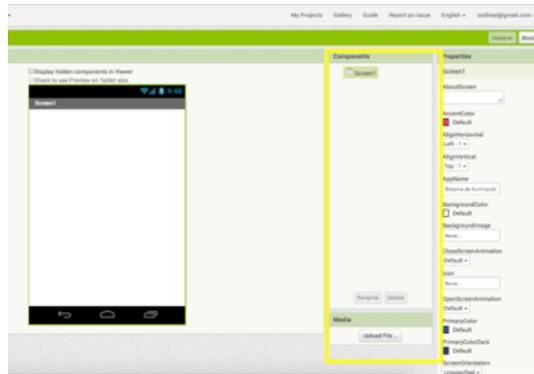


Figura 20. Elementos agregados

(MIT, 2017)

3.11.3. Diseñador y editor de bloques

Al acceder al modo diseñador se podrá crear pantallas a la aplicación y situar en cada uno de estos diferentes elementos, dependiendo que es lo que realmente se desea mostrar en la ventana de la aplicación cuando se esté ejecutando, mientras que en el editor de bloque, se debe arrastrar los bloques que permitirán programar al diseñador de la aplicación, según sea su necesidad.



Figura 21. Bloques de programación

(MIT, 2017)

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Metodología

En el planteamiento de este proyecto técnico se estudia el problema que existe en el laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora, el cual es la baja iluminación, se localizaron factores importantes que derivaron a un cambio para el sistema de iluminación y un cambio en el sistema de alimentación por medio de energía fotovoltaica.

Se analiza los parámetros que permiten el mejoramiento de iluminación del laboratorio de audiovisual que son el interés de este proyecto.

4.1.1. Método analítico

El presente proyecto técnico fue estudiado y desarrollado en las siguientes etapas:

1. Investigación.
2. Dimensionamiento de una central fotovoltaica.
3. Instalación de un sistema de iluminación tipo LED.
4. Desarrollo del equipo de control.
5. Programación de tarjeta Atmel 328p
6. Implementación.

4.1.2. Método sintético

La iluminación será mejorada a través de lámparas tipo LED y la alimentación de las mismas, será mediante una central de generación fotovoltaica.

4.1.3. Método deductivo

Frente a las ventajas tecnológicas que ofrece la iluminación LED y la eficiencia lumínica como tal, se realizó la instalación de las lámparas.

4.1.4. Método inductivo

En la actualidad las energías renovables están siendo usados a mayor escala, por lo que se espera se replique el proyecto en sectores aledaños al cantón Isidro Ayora.

4.1.5. Metodología histórico lógico

La utilización de los módulos fotovoltaicos facilita la obtención de energía a través del sol, su aparición se remonta a los comienzos de la era espacial, ya que eran utilizados para hacer funcionar los satélites o sondas espaciales, no fue hasta los años 2006 y 2007 en que se empezó a desarrollar los primeros modelos comerciales con baja potencia, en actualidad existen diversidad de modelos y diferentes potencias comerciales de entre 5Wp hasta los 1000Wp.

4.2. Beneficiarios

Los principales beneficiarios del proyecto aplicado en la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora son: los docentes y los alumnos que dan uso al laboratorio de audiovisual de la institución.

4.3. Impacto

Con el desarrollo de este proyecto se da paso a la utilización de energías renovables dentro del cantón Isidro Ayora, y a la utilización de una aplicación para equipos móviles de código abierto para la visualización de variables energéticas de manera remota y de control (On/Off) de las luminarias.

4.4. Funcionalidad

La central fotovoltaica consta de tres paneles solares de 155Wp y de 12Vdc cada módulo, debidamente colocadas en una base metálica fija, ubicada en el techo del laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora, el sistema también consta de un banco de tres baterías tipo AGM (fibra de vidrio absorbente) de 100Ah/12Vdc cada una, donde se acumula la energía producida por los módulos solares.

En el sistema también se incluye un regulador de carga de 40 amperios, que interconecta los paneles solares, con las baterías y el inversor de tensión, el regulador se encarga de suministrar energía a las baterías controlando así la carga y descarga de los acumuladores, y así como proteger al sistema por sobrecargas.

El sistema de control abarca todos los sensores para las lecturas tanto de corriente como de voltaje de los módulos solares y las luces LED instaladas, los equipos para el envío de los datos energéticos y control de encendido, se encuentran dentro de un gabinete metálico.

5. RESULTADOS

5.1. Implementación y Desarrollo

En la Figura 22 se muestra el diseño e implementación de la central fotovoltaica, paneles solares, acumuladores, regulador de carga solar, inversor de tensión, las luces LED con los equipos de monitoreo agregados en este proyecto técnico.

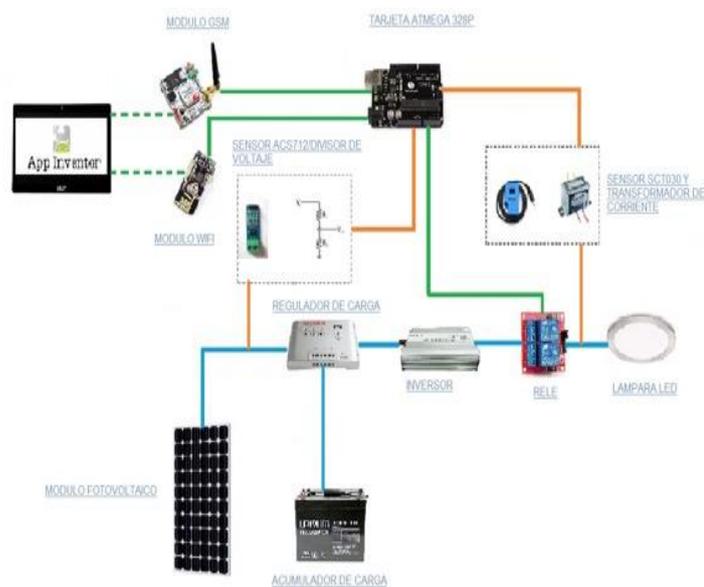


Figura 22. Conexión central fotovoltaica y sistema de iluminación LED

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Explicación:

En el diagrama que se observa en la Figura 22 muestra la conexión del sistema, el cual empieza desde que los paneles solares reciben la energía del sol y la almacena en el banco de baterías, pasando antes por el regulador de carga solar el cual alimenta al inversor de tensión, produciendo así 115 voltios AC para las lámparas LED.

En un plano secundario está funcionando el equipo de monitorización, el cual está siendo alimentado por una fuente de tensión de 115Vac /5Vdc, el equipo de monitoreo por medio de los sensores envía las señales de las variables analógicas a la tarjeta Atmel 328p, que es la encargada del procesamiento de la información, para luego ser enviada por el módulo GSM, dicho módulo envía los datos energéticos a la aplicación App Inventor para su posterior visualización en el móvil celular, tanto el módulo GSM como el módulo WIFI reciben las peticiones desde la APP, sea para el encendido de las luminarias en los diferentes modos de encendidos SMS o WIFI, como para la petición de datos energéticos.

5.1.1. Dimensionamiento de una central de generación fotovoltaica

Consiste en un conjunto de procesos en los cuales se abarcan diferentes criterios y distintos cálculos, cuyo fin es lograr una optimización tanto en el uso como en la generación de la energía solar, llevando a cabo un correcto cálculo entre ambas. (Arenas & Hodman, 2011)

Se debe tener en consideración al momento de realizar el diseño la energía que consumirá el proyecto. Para determinar cuánta energía se necesita para suministrar a los diferentes dispositivos que se utilizaran en la instalación, se deben considerar varios aspectos eléctricos de los equipos, como también el tiempo de uso. Por lo tanto, es indispensable tener conocimiento respecto a la corriente y tensión operativa de los dispositivos incorporados en el sistema, y el total de horas al día al cual trabajaran, considerando los posibles cambios que se llevarían a cabo en el transcurso del tiempo. (Arenas & Hodman, 2011)

Se debe considerar en el diseño la disponibilidad del recurso solar en el lugar de instalación, ya que este definirá la radiación solar total en la zona por día sobre los paneles solares y el cual se expresa en kW/m²*día [horas de sol pico (HSP)]. (Arenas & Hodman, 2011)

En la práctica se considera el valor de radiación, en el cual se tenga, el “peor de los escenarios” con respecto a la radiación solar en todo el año, los datos obtenidos de la radiación solar están respaldados por la cantidad de años dedicados a su estudio, por lo cual facilitan dar datos confiables para la utilización en conjunto con los valores de consumo. (Arenas & Hodman, 2011)

Uno de los puntos a tener en consideración son las condiciones del clima en el lugar en donde se realizará la instalación del sistema, ya que la condición climatológica varía bastante acorde a la geografía del lugar. (Arenas & Hodman, 2011)

La autonomía en los sistemas fotovoltaicos aislados es de suma importancia debido a que el banco de baterías del sistema fotovoltaico deberá ser capaz de seguir suministrando energía pese a que no se disponga de días con sol. (Arenas & Hodman, 2011)

5.1.1.1. Identificación de radiación solar en el cantón Isidro Ayora

De acuerdo con toda la información que es mostrada en la siguiente página <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/> perteneciente a la NASA, proporcionó la siguiente información de la radiación solar existente en el Cantón Isidro Ayora utilizando las siguientes coordenadas de ubicación:

- Latitud: -1.88333

- Longitud: -80.1667

Tabla 2. Niveles de radiación mensuales sobre la ubicación del proyecto

Mes	Radiación Solar Horizontalmente
	kW/m²/d
Enero	5.47
Febrero	5.30
Marzo	5.81
Abril	5.74
Mayo	5.21
Junio	4.09
Julio	3.66
Agosto	4.00
Septiembre	4.37
Octubre	4.40
Noviembre	4.59
Diciembre	5.22

De acuerdo a los valores obtenidos seleccionaremos la condición de trabajo más desfavorable que se pueda presentar, por lo que trabajaremos con el nivel más bajo de Radiación solar = 3.66 kWh/m² que pertenece al mes de julio, con el fin de dimensionar todo el sistema fotovoltaico.

5.1.1.2. Cálculo del consumo de energía

En la Tabla 3 se muestran las cargas a ser alimentadas por la central fotovoltaica acorde a las necesidades requeridas, se considera la potencia y el tiempo de utilización por día. (Conecel, 2008)

Tabla 3. Consumo energético del laboratorio

Equipo	Consumo	Cantidad	Uso	Energía
Lámpara Led	24 W	6	6 horas	864Wh/día
Total				864Wh/día

El factor de inversión utilizado en la conversión de corriente directa a corriente alterna, que equivale a la pérdida de potencia para el suministro de voltaje a las lámparas tipo LED a plena carga:

$$\text{Factor de inversión} = 1.15$$

$$\text{Carga diaria equivalente} = 1.15 * \text{Carga Diaria} = 1.15 * 864 = 993,6 \text{Wh/Día}$$

El voltaje del sistema esta con el siguiente valor:

$$\text{Voltaje del sistema} = 12 \text{ Vdc}$$

$$\text{Carga diaria de corriente} = \frac{\text{Carga diaria equivalente}}{\text{Voltaje del sistema}} = \frac{993.6}{12} = 82.8 \text{ A}$$

Por perdidas en el sistema fotovoltaico se debe considerar un factor para los cálculos como medida de seguridad, ya que este factor toma en cuenta eventos como el envejecimiento tanto de los paneles como de los acumuladores, el polvo sobre el panel y anomalías en conexiones eléctricas y otros equipos eléctricos. (Cubasolar, s.f.)

Factor de pérdida = 1.20

Carga de corriente corregida = 1.2*Carga diaria de corriente = 1.20*82.8 = 99.36

A

Como se conoce el valor de radiación solar se puede obtener la corriente pico del sistema.

5.1.1.3. Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos

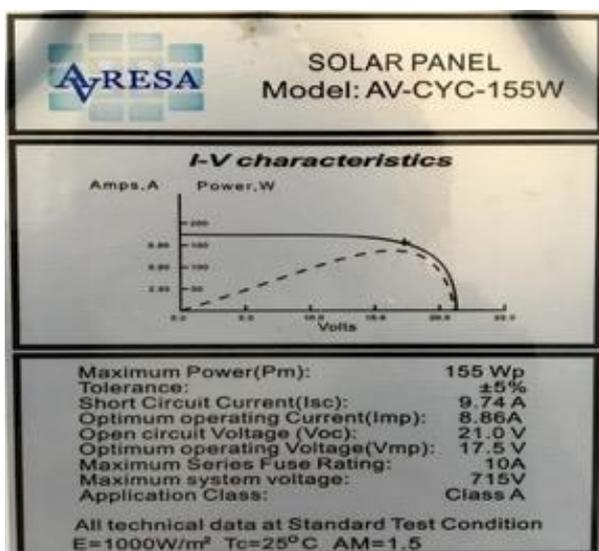


Figura 23. Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico AVRESA CYC-155W

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Especificaciones técnicas para cálculos:

- $P_{max} = 155\text{WP}$
- $V_{mp} = 17.5\text{ V}$
- $I_{sc} = 9.74\text{ A}$

Conociendo estos datos técnicos del módulo fotovoltaico, la carga diaria del sistema, el factor de radiación solar sobre la zona y teniendo en cuenta un factor de rendimiento

de trabajo del módulo solar, el cual considera pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioro de los mismos. (Clickrenovables, 2015)

Factor de rendimiento comprendido entre = 0.7 – 0.8

Para el desarrollo de los cálculos tomaremos el menor rendimiento del panel teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente explicadas.

$$\text{Módulos en paralelo} = \frac{\text{Carga diaria del sistema}}{\text{Isc} \cdot \text{Radiación solar} \cdot \text{Factor de rendimiento}} = \frac{99.36}{9.74 \cdot 3.66 \cdot 0.7} = \mathbf{3.98}$$

Como se conoce el voltaje del sistema que es de 12 Vdc y la tensión nominal en la placa de los paneles solares (V_{mp}) es de 17,5 Vdc, se puede obtener el coeficiente de relación de tensiones que se utilizará para determinar la cantidad final de módulos solares necesarios:

$$\text{Coeficiente de relación de voltajes} = \frac{\text{Voltaje del sistema}}{V_{mpp}} = \frac{12}{17.5} = \mathbf{0.68}$$

Utilizando la siguiente ecuación se obtiene la cantidad final de paneles:

$$\text{Cantidad de paneles} = \text{Módulos en paralelo} \cdot \text{Coeficiente de relación de voltajes} \\ = \mathbf{3.98 \cdot 0.68 \approx 3}$$

5.1.1.4. Dimensionamiento del regulador de carga

La función del regulador es administrar la corriente pico del sistema entre módulos, baterías e inversor, por lo que solo es necesario contar con un regulador capaz de soportar la máxima corriente que generan los módulos solares.

Es recomendable utilizar un factor como medida seguridad de 1.25, cuyo factor se debe multiplicar por la corriente de corto circuito (ISC) del panel fotovoltaico para ajustar la corriente excesiva generada por los paneles, a causa del aumento de radiación solar que se producen en ciertos periodos de tiempo durante un día soleado.

ISC= 9.74 A por modulo fotovoltaico

ISC (total) = 9.74*3= 29.22 A

**Capacidad del regulador de carga = ISC (total)*Factor de seguridad =
29.22*1.25 = 36.53 A**

El regulador utilizado para este proyecto es capaz de regular eficazmente la carga de los acumuladores y está debidamente sobredimensionado si se piensa ampliar en algún momento el número de paneles.



Figura 24. Regulador de carga en funcionamiento

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.1.5. Dimensionamiento de baterías

Sabiendo la corriente de consumo diaria de 99.36A, ahora se debe considerar la cantidad de días de autonomía en el cual el sistema podrá alimentar las cargas sin contar con luz solar, esta cantidad queda establecida en 2 días.



Figura 25. Banco de baterías Universal Battery conectadas en paralelo

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

De los datos técnicos de la batería escogida se conoce que tiene una profundidad de descarga de 0.7 y una capacidad de 100 Ah a 12 Vdc.

$$\text{Banco de baterías} = \frac{\text{Cargadecorriente corregida} * \text{dias de autonomia}}{\text{Profundidad de descarga}} = \frac{99.36 * 2}{0.7} = 283,89 \text{ AH}$$

Al ser la capacidad del banco de 283.89 AH y la tensión del sistema a 12 Vdc, se necesita de tres baterías con las características mencionadas anteriormente.

5.1.1.6. Dimensionamiento del inversor de voltaje

Al ser la carga máxima del proyecto de 144 W, se utiliza un inversor de capacidad superior que pueda abastecer el sistema de iluminación LED.

Por cuestiones comerciales se escogió un inversor a 115 Vac de 400W.



Figura 26. Inversor de voltaje entrada 12Vdc con salida a 115Vac

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.1.7. Instalación de estructura metálica

Para lograr una mejor captación de la energía solar, y que los módulos fotovoltaicos reciban mayor cantidad de luz solar y así satisfacer la demanda necesaria para el sistema de iluminación, es importante que se encuentre con la orientación y el grado de inclinación adecuado.

La estructura de los módulos fotovoltaicos está orientada hacia el oeste y con un ángulo de inclinación de 12° , tal como se muestra en la Figura 27, la cual se fijó en el techo del laboratorio de audiovisual de la institución educativa.



Figura 27. Estructura para módulos fotovoltaicos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.1.8. Conexión de módulos fotovoltaicos

Para este proyecto, los paneles solares están en conexión paralelo tal como se muestra en la Figura 28, esta conexión permite mantener el voltaje fijo y sumar las corrientes que provee cada módulo solar.

Los paneles solares son de 12 Vdc con una potencia de 155Wp, la corriente que produce cada módulo solar es de 9.74A, dando un total de 29.22A en condiciones óptimas de sol.



Figura 28. Estructura para módulos fotovoltaicos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.2. Instalación de lámparas Leds

La instalación de las lámparas LED se realizó en el laboratorio de audiovisual de la institución como se muestra en la Figura 29, el cableado de cada una de las lámparas se encuentra protegida por tubería de PVC sobre el techo falso del laboratorio.



Figura 29. Instalación de lámpara Led de 24W

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.3. Tablero de control eléctrico

Aquí se realizan las conexiones eléctricas que alimentan el sistema de control, sensores, regulador de carga, inversor y el sistema de iluminación LED.

En el interior del tablero se encuentran los equipos para la obtención de los datos energéticos, véase las Figuras 30, 31 en donde se puede visualizar el tablero de control y el banco de baterías.



Figura 30. Tablero de control

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)



Figura 31. Ubicación del tablero de control en el laboratorio

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.4. Diseño de equipos para la obtención de datos

5.1.4.1. Diseño de equipos

El diseño de los equipos encargados en la adquisición de datos está dividido en las siguientes etapas detalladas a continuación:

- 1 La etapa uno corresponde a la obtención de los datos analógicos provenientes de los sensores tanto de corriente como de voltaje.
- 2 La etapa dos se encarga del acondicionamiento y adecuación de las señales para poder ser procesadas por el microcontrolador Atmel 328p
- 3 La etapa tres consta de un microcontrolador Atmel 328p utilizada para el procesamiento de las señales adquiridas.
- 4 La etapa cuatro consta del módulo GSM SIM 900 que se encarga del envío de los datos analógicos como potencia, voltaje y corriente hacia la aplicación App

Inventor para ser monitoreadas, en esta etapa también se controla el encendido y apagado del sistema de iluminación LED.

- 5 La etapa cinco consta del módulo WIFI ESP8266 el cual mediante un display LCD de 16x2 caracteres permite la visualización de la dirección IP de la red wifi a la que esté conectado el módulo, en esta etapa también se controla el encendido y apagado del sistema de iluminación LED.
- 6 La etapa seis consta de un display LCD de 20x4 caracteres para la visualización de las variables energéticas.

Para poder visualizar de una mejor manera el Hardware que se implementara, ver Figura 32 con su respectivo diagrama de bloques.

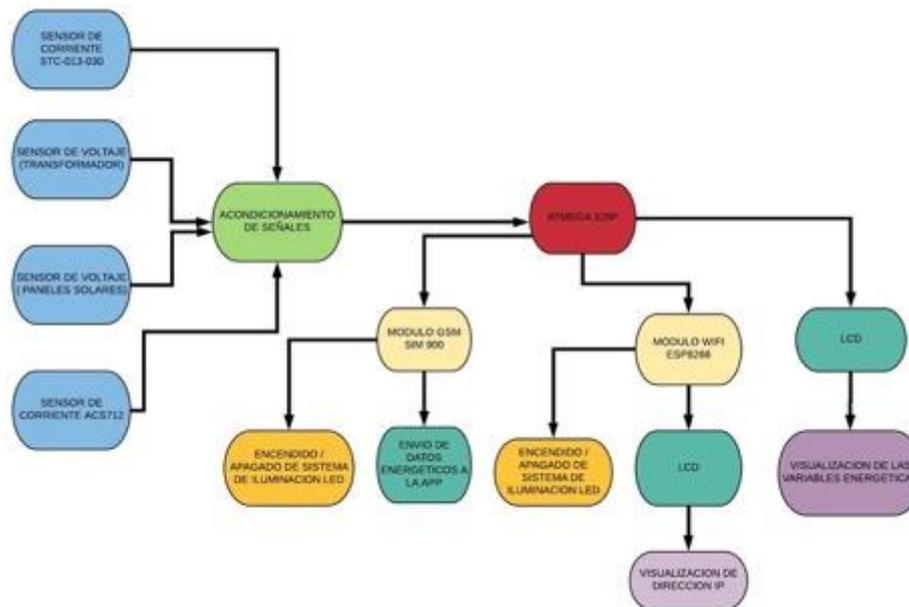


Figura 32. Diagrama de bloques del sistema de adquisición de datos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.4.2. Elementos principales para la obtención de datos energéticos.

Se detallan a continuación los equipos empleados para el desarrollo del hardware, sistema de obtención de datos, y también se especifica características principales y conexiones de los elementos de todo el sistema.

5.1.4.3. Sensor de corriente ACS712



Figura 33. Sensor de corriente Allegro ACS712

(Electronilab, s.f.)

El sensor ACS712 posee una tecnología de efecto hall, existen tres modelos de este sensor de corriente: 5, 20 y de 30 Amperios, este último es el utilizado en este proyecto, ya que puede medir tanto corriente alterna como corriente directa. (Electronilab, s.f.)

Este sensor posee un circuito integrado ACS712 de Allegro MicroSystems el cual facilita medir la corriente que atraviesa a un circuito de corriente alterna o ya sea corriente continua. El modo de medición es realizado mediante un sensor de efecto hall que suministra un voltaje de salida, el cual es proporcional a la corriente que atraviesa el circuito. (Electronilab, s.f.)

Especificaciones técnicas:

- Voltaje de salida: 66mV/A.
- Voltaje de operación: 4.5V ~ 5.5V.
- Salida de voltaje sin corriente: $VCC/2$.
- Resistencia interna: 1.2 m Ω .
- Sensibilidad de salida: 66 a 185 mV/A.

5.1.4.4. Divisor de voltaje

Una parte importante en el diseño del sistema de control, es el circuito divisor de voltaje, el cual permite manejar un rango de medición de voltajes altos producidos por los módulos fotovoltaicos, de lo contrario sin el circuito divisor no se podrían medir voltajes mayores a 5 voltios sin provocar daños el microcontrolador.

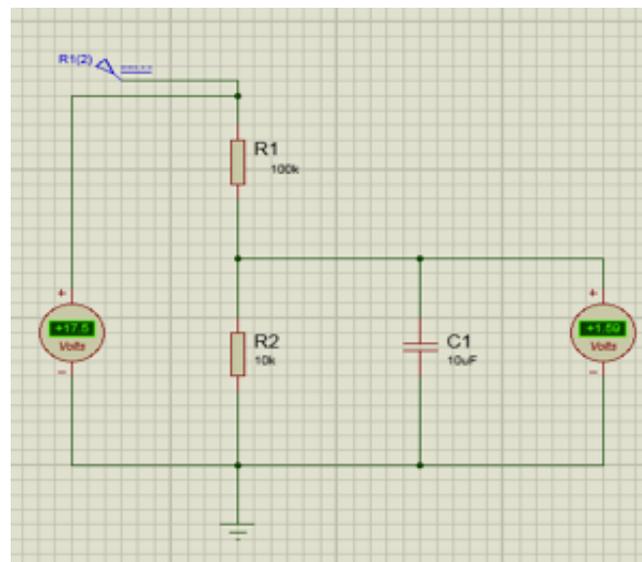


Figura 34. Divisor de voltaje

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.4.5. Sensor de corriente SCT – 013-000



Figura 35. Sensor de corriente SCT-013-000 no invasivo.

(Naylampmechatronics, s.f.)

El sensor de corriente SCT-013-000 (véase Figura 35) es muy fácil de manejar y acoplar. Puede colocarse alrededor de un conductor sin la necesidad de realizar modificaciones al circuito al que se desea medir corriente, el sensor SCT-013-000 permite mediciones de 0 hasta 100 amperios AC. (Naylampmechatronics, s.f.)

Funciona como transformador por el principio físico de inducción electromagnética.

Especificaciones técnicas:

- Corriente de entrada (Inducción): 0-100A AC.
- Voltaje de salida: 0-1V.
- No linealidad: $\pm 1\%$.
- Resistencia (RL): 62Ω .
- Turn Ratio: 2000:1.
- Fuerza dieléctrica (Entre la carcasa y la salida): 1000V AC/1min 5mA.

5.1.4.6. Acondicionamiento del Sensor de corriente SCT – 013-000

Para conectar el sensor al microcontrolador Atmel 328p, la señal del SCT- 013-000 necesita ser acondicionada y calibrada para su correcto funcionamiento, esto se lo realiza en base al circuito de Open Energy Motor y su librería “Emonlib.h” siguiendo los siguientes pasos:

Calcular la resistencia de carga:

La señal proveniente del sensor de corriente debe ser procesada para que dicha señal pueda ser ingresada al micro controlador Atmel 328p, el sensor está diseñado para leer una corriente máxima de 100AC RMS por lo tanto debemos determinar la corriente pico que medirá el sensor:

$$\mathbf{I \ Medida} = \sqrt{2} * I \text{ (RMS)} = \sqrt{2} * 100 = 141.42 \text{ A}$$

La corriente de salida está definida por el número de vueltas el cual es 2000 vueltas

$$\mathbf{I \ Sensor} = \frac{I \text{ (medida)}}{\text{Vueltas}} = \frac{141.42}{2000} = 0.07071 \text{ A}$$

Mientras la corriente esta alternando en torno al 0, el voltaje máximo en la resistencia de carga debe ser la mitad del voltaje al cual está siendo alimentado el microcontrolador, que en este caso es $\frac{5}{2} = 2.5$ voltios DC en base a esto se determina la resistencia de carga:

$$\mathbf{R \ Carga} = \frac{2.5}{I \ Sensor} = \frac{2.5}{0.07071} = 35\Omega$$

De manera comercial no se encuentra una resistencia con dicho valor óhmico, por lo que se utiliza una resistencia más próxima, con un valor de 33Ω.

El microcontrolador no puede leer voltajes negativos, por lo que el voltaje del sensor debe ser igual a 2.5Vdc para así tener una tensión de entre 0 a 5Vdc, para lo cual se incorpora al circuito los siguientes elementos:

- Resistencias para el circuito divisor de voltaje donde la $R1=R2 = 470K\Omega$
- Capacitor de 10uF.

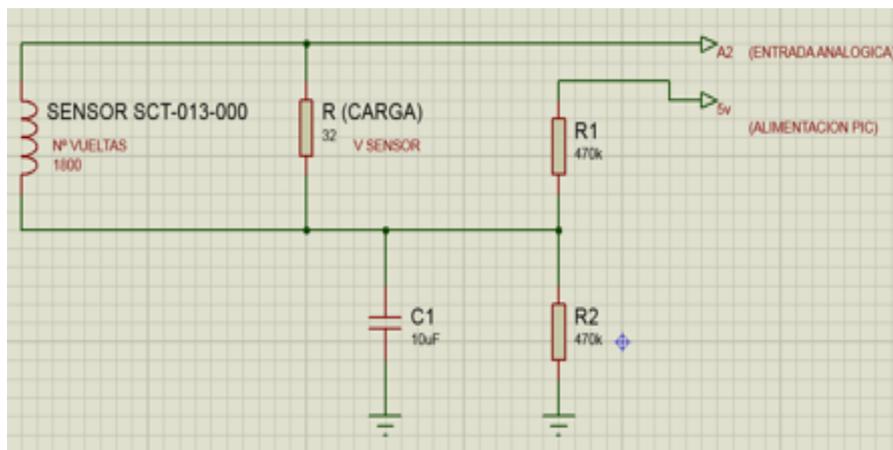


Figura 36. Acondicionamiento de señal del sensor SCT-013-000

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Una vez realizado el acondicionamiento para la señal de sensor de corriente, se debe calcular un valor de calibración para dicho sensor el cual debe ser colocado en la función `Energymonitor.current` (pin analógico, calibración), perteneciente a la librería “EmonLib.h”, la calibración es calculado de la siguiente manera:

$$\text{Calibración sensor} = \frac{\text{vueltas}}{R(\text{carga})} = \frac{2000}{33} = 60.606$$

5.1.4.7. Sensor de voltaje

Se utiliza un transformador de tensión para medir la variable de voltaje suministrado a las luminarias, esto ayuda brindando seguridad ya que no es necesario tener contacto con la red eléctrica por el lado 120 voltios AC, el transformador proporciona un

aislamiento entre la alta tensión y baja tensión. Los transformadores de voltaje pueden venir de diferentes tensiones nominales lo cual depende del diseño, material y construcción, para esta aplicación, se utiliza el siguiente transformador de tensión el cual posee las siguientes características: (Chamba, 2014)

- Voltaje de entrada: 117 Vrms.
- Voltaje de salida: 12 Vrms.
- Frecuencia: 60/50 Hz.
- Corriente: 1000mA.

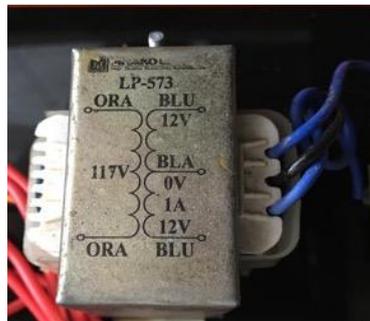


Figura 37. Transformador de voltaje

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.1.4.8. Acondicionamiento y calibración del sensor de voltaje

Al igual que en la medición de corriente, el objetivo principal de la electrónica de acondicionamiento de señal, que se detalla a continuación, es acondicionar la salida del transformador de voltaje alterno para que cumpla con los requisitos de las entradas analógicas del microcontrolador Atmel 328p. (Openenergymonitor, 2014)

Con el acondicionamiento de la señal de tensión se logra:

- Bajar la forma de onda.
- Añadir un offset para eliminar el componente negativo.

La forma de onda se puede escalar hacia abajo mediante un divisor de voltaje conectado a través de los terminales del adaptador, y el desplazamiento puede añadirse utilizando una fuente de tensión creada por otro divisor de tensión conectado a través de la alimentación del microcontrolador. (Openenergymonitor, 2014)

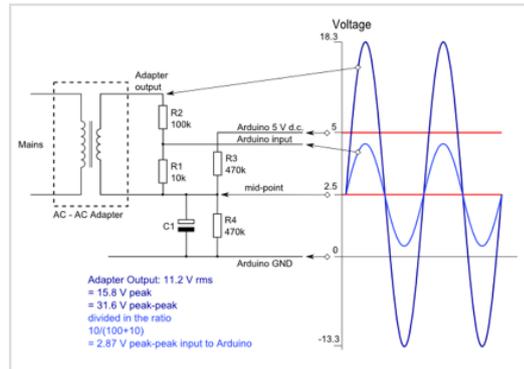


Figura 38. Circuito Open Energy Monitor para lectura de voltaje AC

(Openenergymonitor, 2014)

Las resistencias que conforman el divisor de voltaje R1 y R2 se encuentran a la salida del secundario del transformador, las cuales escalan el voltaje, mientras las resistencias R3 y R4 proporcionan polarización de tensión, mientras que el condensador da una trayectoria de impedancia baja a masa de la señal de corriente AC.

El divisor de voltaje posee una relación de transformación de 1:11 por lo que el voltaje de pico-pico es de 33.94 voltios y un punto offset de 2.5 voltios DC da como resultado un rango de voltajes de entre 0.4 y 4.6 voltios, voltajes que se encuentran dentro del rango permitido para el pic Atmel 328p.

$$\text{Voltaje Pico salida} = \frac{R1}{R1 + R2} * \text{Voltaje Pico entrada} = \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega} * 16.97 =$$

1.54Vac

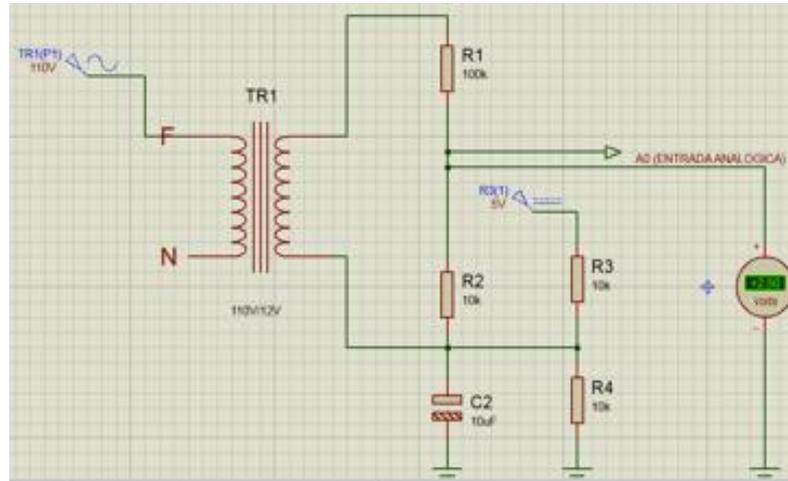


Figura 39. Esquema para lectura de voltaje AC

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.2. Instalación de tarjeta de control en el tablero eléctrico

5.2.1. Conexión

Las conexiones del sistema de control al sistema fotovoltaico constan de varias conexiones tanto de los diferentes sensores como de la alimentación para el sistema de iluminación LED, todo lo correspondiente a la conexión en general del sistema posee un grado de riesgo de cometer errores en el conexionado de los diferentes equipos, se pretende evitar así producir daños relevantes en el sistema de control, la Figura 40 muestra cada una de las principales partes del sistema de control.



Figura 40. Parte frontal del sistema control

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Led indicador cuando el sistema de iluminación está encendido mediante WIFI.
2. Led indicador cuando se realiza el envío de datos energéticos.
3. LCD principal (se visualiza las variables energéticas tanto de generación como de consumo).
4. Botón para prueba de conexión entre el módulo GSM y la APP.
5. Botón de RESET.
6. LCD secundario (se visualiza la dirección IP de la red WIFI a la que esté conectado el módulo, y el estado de encendido y apagado de las luminarias en el modo de encendido por WIFI).

5.2.2. Descripción de información mostrada en LCD principal

Toda la información mostrada mediante la LCD principal permite observar todas las variables energéticas de manera local tanto de la etapa de generación como la etapa de consumo, a continuación, se detalla cada dato mostrada en la LCD.



Figura 41. Información LCD principal

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Voltaje de generación producido por los módulos solares.
2. Corriente producida por los módulos solares.
3. Potencia generada por los módulos solares.
4. Voltaje suministrado a la carga.
5. Corriente consumida por la carga.
6. Potencia consumida por la carga (luces LED)

5.2.3. Descripción de información mostrada en LCD secundario

La LCD secundaria muestra el estado en el cual se encuentren las luces LED, sea que estén apagadas o encendidas mientras se utilice el modo de encendido por WIFI, paralelamente esta LCD muestra la dirección IP de la red a la cual esté conectada el módulo WIFI, a continuación, se detalla cada uno los datos mostrados en la LCD.



Figura 42. Información LCD secundario

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Muestra el estado en el cual se encuentran las luces, sea encendido o apagado mientras estén en modo de encendido por WIFI.
2. Dirección IP de la red actual, la cual debe ser introducida en la APP para habilitar el encendido de las luces LED por WIFI.

5.2.4. Descripción de conexiones del sistema de control

A continuación, se muestran las diferentes conexiones pertenecientes al sistema de control, ya sea de los distintos sensores, la conexión de las luces LED y la conexión para la alimentación de todo el sistema como tal.

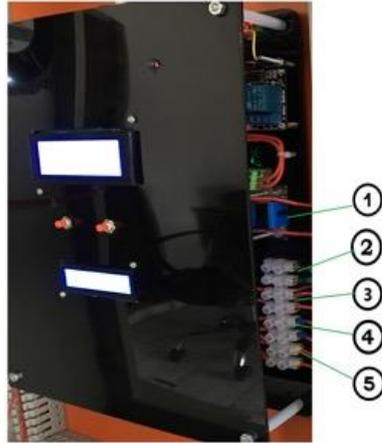


Figura 43. Conexiones del sistema de control

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Sensor SCT-013-000 para medición de corriente AC de la carga.
2. Sensor ACS712 para medición de corriente de los módulos solares.
3. Bornera para conexión de luces LED.
4. Bornera para lectura de voltaje de los módulos solares.
5. Bornera de alimentación para lectura de voltaje AC suministrada a la carga.

5.2.5. Módulo SIM900 para envío de datos y encendido de luces LED

Se detalla a continuación las principales funciones del módulo SIM900 en el sistema de control:

- Permite el envío de los datos energéticos como: potencia, voltaje y corriente de los paneles solares como también de la parte consumida por la carga a la aplicación App Inventor para su visualización.
- Permite también encender y apagar las luces LED a través de la aplicación App Inventor.

5.2.6. Instalación de simcard en el módulo SIM900

El envío de datos energéticos es realizado mediante una red celular GSM, para lograr dicho envío es necesario una simcard que al igual que un móvil celular funcionan de igual manera, en la Figura 44 se muestra el módulo GSM con la simcard instalada.



Figura 44. Módulo GSM con SIMCARD instalada

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3. Control y visualización de datos en la plataforma App Inventor

Para visualizar todos los datos energéticos obtenidos por el sistema de control y todos sus equipos, se utiliza una plataforma para el desarrollo de aplicaciones destinadas a funcionar en el sistema operativo ANDROID.

App Inventor permite un sin número de posibilidades de crear diferentes aplicaciones las cuales pueden ejecutarse en móviles, tablets o cualquier dispositivo cuyo sistema operativo sea ANDROID.

5.3.1. Desarrollo de la aplicación en App Inventor

Mediante la página web de la aplicación App Inventor se configura la primera ventana de la APP, en donde se añade detalles como: el nombre de los autores del proyecto, logo de la universidad y un botón que da paso a la segunda ventana de la APP.

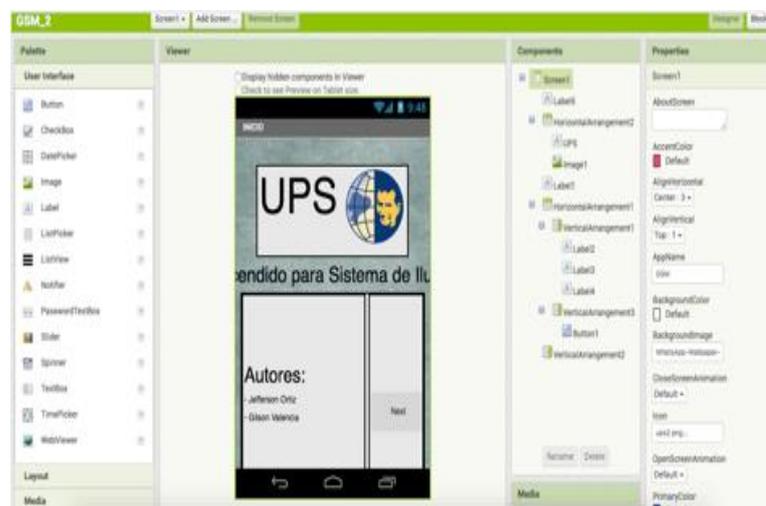


Figura 45. Diseño ventana principal de la APP

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.2. Diseño de pantalla para selección de modos de encendido y datos

En la siguiente ventana de la APP se añade las opciones de encendido para el sistema de iluminación LED, también se agrega un tercer botón que permite a la aplicación obtener los datos energéticos del sistema como: potencia, corriente y voltaje tanto de la parte de generación (paneles solares) como la parte de consumo (sistema de iluminación LED), véase Figura 46.

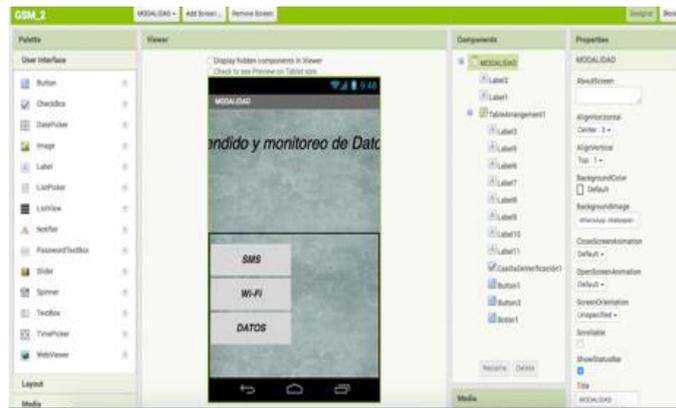


Figura 46. Datos energéticos y modalidad de encendido

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.3. Configuración de datos energéticos y modalidad de encendido

A continuación, se configura en la APP las opciones para acceder a las modalidades de encendido por SMS o WIFI y para la adquisición de los datos energéticos. En la Figura 47 se detalla la configuración de la segunda ventana con todas las opciones.

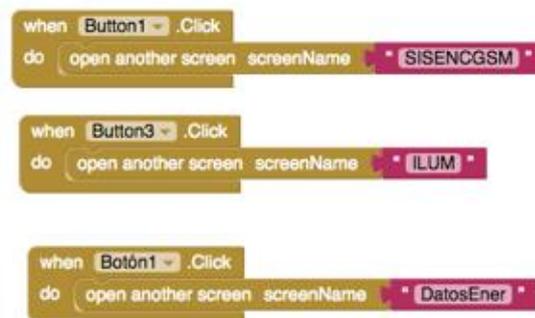


Figura 47. Botones de acceso a datos y selección modos de encendido

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.4. Diseño de pantalla para el encendido de las luces LED en el modo SMS

Seleccionando el modo de encendido por SMS se accede a una ventana en donde se muestran las seis luces LED que van a ser encendidas por este modo, seguido de los botones On y Off que permitirá el control de las luces.



Figura 48. Control On/Off para encendido de las luces LED

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.5. Configuración para el encendido de las luces LED en el modo SMS

En esta primera sección se detalla parte de la configuración para el encendido por el modo SMS, véase Figura 49.

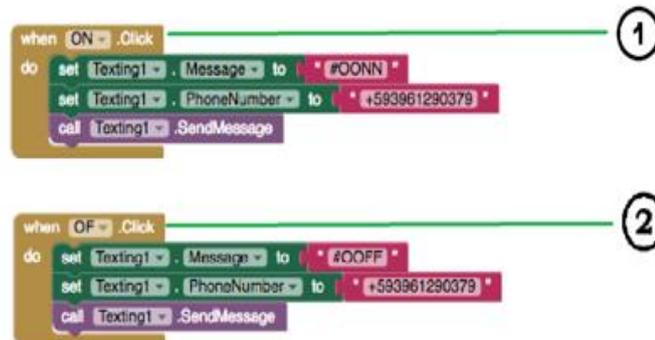


Figura 49. Modo de encendido por SMS

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Una vez pulsado el botón de “ON” se envía una petición por SMS al microcontrolador para encender las luminarias, una vez encendidas las luces el microcontrolador envía una notificación vía SMS con la palabra “Encendido” (mensaje no visible en la APP) al móvil celular donde está instalada la APP, cambiando así el estado de las luces.

- De igual manera Una vez pulsado el botón de “OFF” se envía una petición por SMS al microcontrolador para apagar las luminarias, una vez apagadas las luces el microcontrolador envía una notificación vía SMS con la palabra “Apagado” (mensaje no visible en la APP) al móvil celular donde está instalada la APP, cambiando así el estado de las luces.

Se detalla la configuración en la APP para el cambio de estado de las luces tras recibir las peticiones de encendido y apagado por SMS, véase Figura 50.

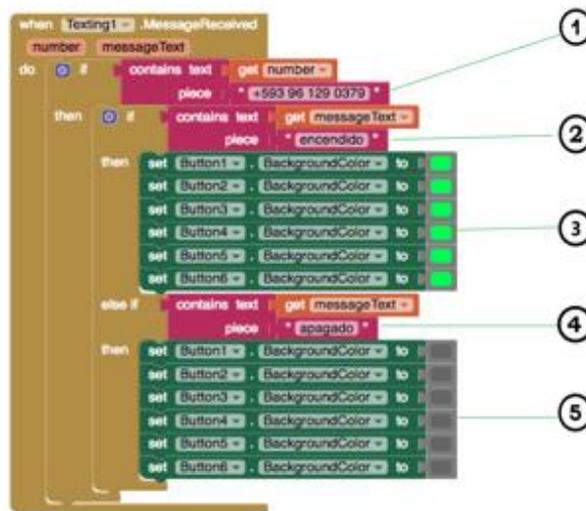


Figura 50. Encendido por modalidad SMS

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

- Se introduce el número telefónico el cual envía un SMS a la tarjeta de control para aceptar las peticiones de la APP de encender y apagar las luces LED.
- A través de la APP se envía la petición a la tarjeta de control de encender las lámparas LED mediante un mensaje de texto.

3. Se muestra el estado de las luminarias tras recibir el mensaje de encendido.
4. Se envía la petición de apagado de las luminarias.
5. Muestra el nuevo estado de las luces tras recibir el mensaje de apagado.

5.3.6. Diseño de pantalla para el encendido de las luces LED en el modo WIFI

Una vez seleccionado el modo de encendido por WIFI en la APP, se muestra una ventana en donde se puede observar las seis luminarias LED, seguidos de los botones para encender y apagar las luminarias y también se adjunta una pequeña ventana en donde se debe ingresar la dirección IP que proporciona el módulo WIFI de la red a la cual el módulo sea ha conectado y permite la conexión entre la APP y el sistema de control.



Figura 51. Control de encendido por modalidad WIFI

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.7. Configuración para el encendido de las luces LED mediante WIFI

A continuación, se detalla la configuración en la APP para permitir a la misma encender y apagar cuando se esté en modalidad WIFI, véase Figura 52.

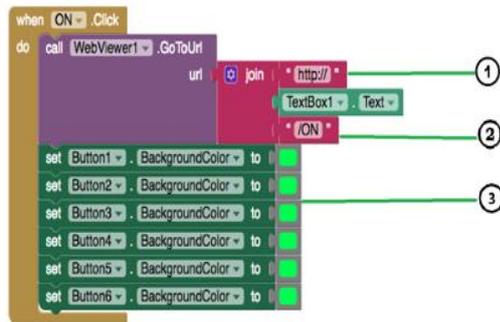


Figura 52. Configuración para encendido por WIFI

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Se introduce la dirección IP que proporciona el módulo WIFI, dicha dirección se muestra en la LCD secundaria la cual se encuentra en la tarjeta de control y habilita el encendido y también el apagado de las luminarias.
2. Una vez insertada la dirección IP es posible controlar el encendido de las lámparas LED.
3. Muestra el estado de las luminarias tras presionar la opción de “ON”.

En la siguiente Figura 53 se muestra configuración para la etapa de apagado de las luminarias.

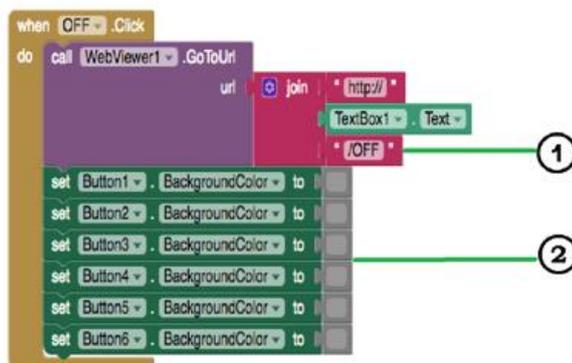


Figura 53. Configuración de apagado por WIFI.

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Una vez recibida la petición de “OFF” la APP manda la orden de apagar de las luminarias.
2. Muestra el estado de las luminarias tras recibir la orden de “OFF”.

5.3.8. Diseño de pantalla para adquisición de datos energéticos

En la última sección de la segunda pantalla de la aplicación se visualiza el botón de “DATOS” en cual una vez presionado abre una ventana en donde se podrá pedir los datos energéticos del sistema como: potencia, corriente y voltaje tanto de la central fotovoltaica como de las lámparas LED.

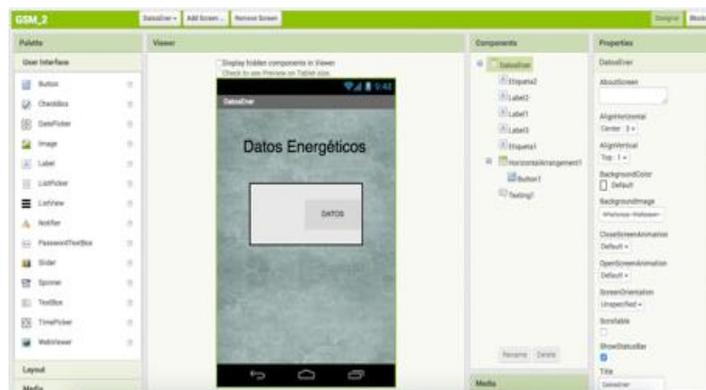


Figura 54. Obtención de variables energéticos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.3.9. Configuración para adquisición de las variables energéticas

En la Figura 55 se muestra la configuración para la petición de datos energéticos a través de la aplicación instalada en el móvil celular.

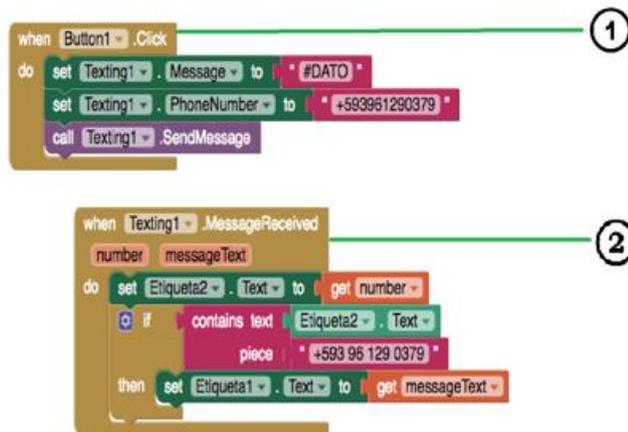


Figura 55. Envío de datos energéticos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

1. Una vez que se pulsa el botón de “datos” en la aplicación, se envía una petición vía SMS a la tarjeta de control para la captura de los datos energéticos.

2. Tras recibir la petición de los datos energéticos en la tarjeta de control esta envía los datos obtenidos mediante un SMS a la aplicación instalada en el móvil y permite observar las variables energéticas en la APP.

5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se detalla a continuación el funcionamiento del sistema de iluminación tipo LED, en conjunto con la central de generación fotovoltaica, se realizó las respectivas pruebas para la obtención de los datos energéticos y el envío de los mismos a la aplicación instalada en el móvil celular, como también pruebas de conexión con los módulos SIM900 y WIFI.

5.4.1. Resultado del sistema de iluminación tipo led

Todo el sistema de iluminación es alimentado con un valor de tensión de 115Vac provenientes del inversor de voltaje, el cual se encuentra ubicado en el tablero de control, se obtuvieron buenos resultados de funcionamiento por parte de las luces LED, los equipos de medición tanto del voltaje suministrado a las luminarias como el equipo de medición de corriente, los cuales funcionan bien y acorde a lo requerido.

En la Figura 56 se muestra el plano eléctrico con la nueva instalación eléctrica del laboratorio de audiovisual, en dicho plano se muestran el total de lámparas instaladas en el sistema dando un total de seis luminarias tipo LED, la ubicación del tablero de control, el banco de baterías, las dimensiones físicas del laboratorio y se muestra también el ingreso externo de los cables de los módulos solares los cuales están instalados sobre el techo del laboratorio de audiovisual, y los cuales van directo al tablero de control.

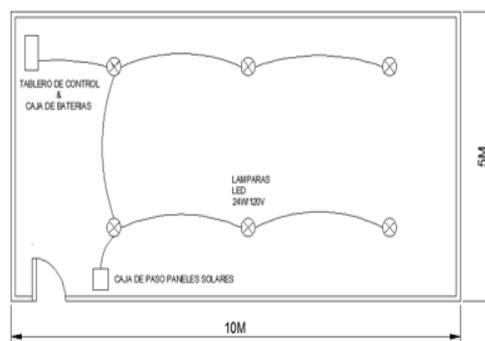


Figura 56. Plano eléctrico del laboratorio

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

A continuación, se muestra como el laboratorio de audiovisual cambio notablemente la iluminación, tal como se muestran en las Figura 57 y 58, debido al cambio de tecnología de fluorescente por tecnología LED.



Figura 57. Iluminación actual del laboratorio funcionando

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

En la Figura 58 se muestra la iluminación anterior, el cual estaba formado por tres pantallas con lámparas fluorescentes.



Figura 58. Iluminación anterior del laboratorio

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.4.2. Resultados de tensión y corriente de los paneles solares

Para las respectivas pruebas de funcionamiento de los paneles solares se consideraron la corriente óptima de operación (IMP) y el voltaje óptimo de operación (VMP), siendo luego comparados con los datos de placa dados por el fabricante de los módulos solares, en las Figuras 59 y 60 se muestran los datos de tensión y corriente, los datos fueron tomados entre las 12 y la 1pm cuando los rayos solares golpeaban

perpendicularmente a los módulos solares obteniendo así valores óptimos en condiciones apropiadas.



Figura 59. Medición de tensión del módulo solar

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Para la medición de la corriente de los paneles solares se utiliza un amperímetro de gancho tal como se muestra en la Figura 60, este amperímetro puede medir corrientes en DC de hasta 1000 A, para la visualización de los valores de corriente, se utiliza otro equipo el cual puede ser un multímetro digital, y que sea compatible con el equipo FINEST CA 113.



Figura 60. Amperímetro FINEST CA 113

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

El resultado obtenido en las pruebas determinó el correcto funcionamiento de los módulos fotovoltaico, siendo capaces de suministrar energía al banco de baterías.

5.4.3. Resultados logrados en el inversor de voltaje

A continuación, se muestra el voltaje obtenido a la salida del inversor el cual tiene una tensión de entrada de entre 11 a 13 Vdc aproximadamente, voltaje que es provisto por el regulador de carga solar, dichos valores son suficiente para que el inversor pueda trabajar con normalidad y producir el voltaje necesario para el funcionamiento de las lámparas del laboratorio de audiovisual.



Figura 61. Voltaje medido a la salida del inversor de tensión

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.5. Resultados obtenidos por el sistema de control y adquisición de datos

Para realizar la comparación de los datos obtenidos a través del sistema de control, se utiliza un multímetro “FLUKE 117”, el amperímetro DC “FINEST CA 113” y el amperímetro AC “FLUKE 323”. Las pruebas fueron realizadas mediante la toma de datos de los sensores que están en el sistema de control y los datos medidos por los equipos externos mencionados al comienzo. Se realiza la toma de 10 muestras en intervalos de un minuto para cada variable energética para luego ser tabulados y determinar el error y la desviación.

Tabla 4. Comparación del voltaje en módulos fotovoltaicos

“FLUKE 117”	SC&AD	Desviación	Error (%)
16.28	16.40	0.12	0.73
16.25	16.10	-0.15	-0.93
16.09	16.17	0.08	0.5
16.67	16.80	0.13	0.77
16.31	16.35	0.04	0.24
16.78	16.90	0.12	0.71
16.53	16.72	0.19	1.14
16.30	16.45	0.15	0.91
16.35	16.54	0.19	1.15
16.48	16.00	-0.48	-3
		Error	2.22

Tabla 5. Comparación de corriente en módulos fotovoltaicos

“FINEST ”	SC&AD	Desviación	Error (%)
13.20	13.1	-0.10	-0.76
13.15	13.2	0.05	0.38

12.75	12.8	0.05	0.40
13.00	13.1	0.1	0.76
13.12	13.0	-0.12	-0.92
13.45	13.3	-0.15	-1.12
13.25	13.3	0.05	0.38
13.00	13.1	0.10	0.76
13.20	13.3	0.10	0.75
12.50	12.6	0.10	0.83
Error			1.46

Una vez realizado las respectivas mediciones de corriente y voltaje de los módulos fotovoltaicos se puede determinar el correcto funcionamiento de los sensores instalados en el equipo de control, obteniendo valores próximos a los que fueron medidos con los equipos alternos.

Tabla 6. Comparación de voltaje suministrado a las lámparas led.

“FLUKE 117 ”	SC&AD	Desviación	Error (%)
110.12	110.00	-0.12	-0.11
109.90	109.98	0.08	0.07

110.00	110.11	0.11	0.19
110.00	110.09	0.09	0.08
110.18	109.92	-0.26	-0.24
110.35	110.57	0.22	0.20
110.10	110.32	0.22	0.20
110.09	110.41	0.32	0.29
110.67	111.09	0.42	0.39
111.39	111.68	0.29	0.26
Error			1.33

Tabla 7. Comparación de corriente en las lámparas led

“FLUKE 323”	SC&AD	Desviación	Error (%)
1.56	1.53	-0.03	-1.96
1.57	1.60	0.10	3
1.60	1.55	-0.05	-3.2
1.60	1.60	0.0	0.0
1.65	1.68	0.03	1.78
1.60	1.58	-0.02	-1.26

1.60	1.60	0.0	0.0
1.61	1.60	-0.01	-0.62
1.62	1.65	0.02	1.21
1.65	1.66	0.01	0.60
Error			-0.45

5.6. Instalación de la aplicación

Una vez desarrollada la aplicación en la plataforma web de App Inventor se procede a instalar la App en el teléfono celular mediante de un código de escaneo QR, véase Figura 62.



Figura 62. Generación de código QR

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.7. Aplicación instalada en el teléfono celular

En la Figura 63 se muestra la aplicación, nombrada S.I.L que por sus siglas significa “Sistema de Iluminación Led”.



Figura 63. Aplicación ya instalada en el celular

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.8. Resultados obtenidos en la aplicación

5.8.1. Presentación de la aplicación

A continuación, se muestran diferentes capturas de pantalla donde se observan las distintas ventanas de la aplicación, pero ejecutándose en un teléfono celular, en dichas capturas se muestra la funcionalidad de la APP, tanto en los procesos de encendido, como de apagado del sistema de iluminación y en los diferentes modos de encendido, también en la obtención de las variables energéticas del sistema.



Figura 64. Primera pantalla de la aplicación

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.8.2. Modos de encendido y adquisición de datos

En la Figura 65 se muestra una pantalla de la aplicación, que tras presionar el botón “Next”, muestra las opciones de encendido de las luminarias LED ya sea por WIFI o por el modo de encendido mediante SMS, así como también un botón para la obtención de los datos energéticos.

Cada uno de los botones mostrados en la pantalla “modalidad” (véase Figura 65), da un acceso rápido a las diferentes opciones según lo requiera el usuario.



Figura 65. Monitoreo de datos y modos de encendido

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.8.3. Modo de encendido y apagado por SMS

Tras seleccionar el primer botón, perteneciente al modo de encendido por mensaje de texto, se ingresa a la pantalla en donde se controla el encendido y el apagado del sistema de iluminación LED, véase Figura 66.



Figura 66. Encendido y apagado del sistema en la aplicación por SMS

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.8.4. Modo de encendido y apagado por WIFI

Una vez seleccionado el botón de wifi, se ingresa al menú de control de encendido y apagado del sistema de iluminación, el cual se habilita ingresando una dirección IP que proporciona el módulo wifi, permitiendo así el enlace entre la aplicación y el sistema de control.



Figura 67. Encendido y apagado del sistema en la aplicación por WIFI

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

5.8.5. Adquisición de datos energéticos en la aplicación

Cuando se seleccione la opción de datos en el menú principal, la aplicación abrirá otra ventana en donde se deberá pedir los datos energéticos de todo el sistema, presionando el botón “DATOS “se obtiene en la aplicación los valores de voltaje, corriente y potencia correspondiente a la etapa de generación, como a la etapa de consumo perteneciente a las luminarias LED.



Figura 68. Pantalla previa a la obtención de datos

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

En la Figura 69 se observa una ventana con los datos obtenidos, los cuales llegan a la aplicación mediante un SMS enviado desde el sistema de control instalado en el tablero.

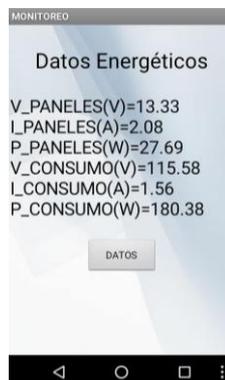


Figura 69. Datos energéticos en la aplicación

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

CONCLUSIONES

- Como objetivo principal los equipos utilizados en la central de generación fotovoltaica tales como: paneles solares, regulador de carga, baterías e inversor de tensión, han cumplido satisfactoriamente la demanda de energía requerida por el sistema de iluminación LED instalado en el laboratorio de audiovisual de la Escuela De Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora.
- Se pudo constatar que en el envío de los datos energéticos se presentó un retardo de respuesta por parte del módulo GSM SIM900 hacia la APP de aproximadamente 35 segundos, retardo producido por cuestiones de procesamiento en el controlador Atmel 328p
- En relación a lo propuesto, la aplicación móvil fue diseñada con una interfaz amigable e intuitiva, permitiendo al usuario acceder de manera fácil a las diferentes opciones de la APP como son: las modalidades de encendido SMS/WIFI y la monitorización de los datos energéticos.
- Se determinó que el banco de baterías tiene una autonomía de 18 horas de funcionamiento sin estar conectadas al proceso de carga por parte del controlador de carga solar

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un análisis de las cargas que se desean alimentar con el sistema fotovoltaico, para así no tener problemas de rendimiento y durabilidad de los acumuladores.
- Al ser un sistema el cual mide variables energéticas, las cuales son medidos mediante sensores es importante una calibración adecuada de los mismos, para así tener valores aproximados a los deseados.
- Para la toma de datos también es necesario utilizar equipos externos para luego comparar con los valores medidos por los sensores instalados en el sistema.
- Se recomienda que la instalación de los módulos solares sea en lugares despejados y con el ángulo de inclinación adecuado para una mejor captación de la energía solar.
- Se recomienda realizar un mantenimiento de limpieza a los paneles solares cada 3 meses por cuestiones de suciedad, ya que el lugar en donde se encuentran instalados los paneles solares existe demasiada presencia de polvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas, D., & Hodman, Z. (2011). Libro Interactivo sobre Energía Solar y sus Aplicaciones. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co>:
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2369/1/62131244A681.pdf>
- Conecel. (2008). <http://www.conelec.gob.ec>. Obtenido de http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- Electronilab. (s.f.). <http://electronilab.co>. Obtenido de <http://electronilab.co/tienda/modulo-sensor-de-corriente-acs712-30/>
- Naylampmechatronics. (s.f.). [naylampmechatronics](http://www.naylampmechatronics.com). Obtenido de <http://www.naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/154-sensor-de-corriente-ac-30a.html>
- Openenergymonitor. (s.f.). <https://openenergymonitor.org>.
(<https://openenergymonitor.org>) Obtenido de <https://openenergymonitor.org>
- Bluehack. (2005). The spanish bluetooth security group. Obtenido de Comandos AT: <http://bluehack.elhacker.net/>
- posada, F. (2015). Tablet as en el aula. Obtenido de Diseño de apps con MIT app inventor 2: <http://canaltic.com>
- Clickrenovables. (2015). Ahorro con energías renovables. Obtenido de Instalación solar fotovoltaica: <http://clickrenovables.com>
- Openenergymonitor. (2014). Obtenido de <https://openenergymonitor.org>
- Chamba, J. (2014). Diseño e implementación de un sistema medición de energía eléctrica inteligente para uso doméstico. Loja.
- Morales, I., & Orozco, C. (2014). Enlace Inalámbrico Usando Módulos XBee para la Visualización de una Señal Analógica a Través de LabVIEW y Dispositivos Móviles. Guayaquil.

- Rangel, M., & Enriquez, G. (2017). Diseño, implementación e instalación de lámparas Led alimentadas con sistema fotovoltaico con monitoreo remoto vía GPRS en la Unidad Educativa Particular Franciscana Salitre. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.
- Cubasolar. (s.f.). Obtenido de Dimensionado o Diseño de Sistemas Solares Fotovoltaicos Autónomos: <http://www.cubasolar.cu/>
- Electronilab. (s.f.). Electronilab Ingenieria y Diseño Electronico. Obtenido de Módulo sensor de corriente ACS712 20 A: <https://electronilab.co/tienda/modulo-sensor-de-corriente-ac712-20/>
- Retie. (2013). Obtenido de Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas: <https://vdocuments.site/documents/retie-5689568647bdb.html>
- MCI, e. (2010). Obtenido de Guía para el uso del modem Enfora – GSM1218 / GSM1308 Quad-Band SA-GL / SA-G+: http://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/MCI_Guia_de_usuario_Enfora_v2.pd...
- Recalde, D. (2016). Diseño y construcción de un colector y compactador eléctrico para el reciclaje de botellas plásticas PET impulsado por energía solar. . Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- Pemex. (2013). Sistemas de control supervisorio y adquisicion de datos para ductos. Mexico.
- M2msupport. (s.f.). Obtenido de <http://m2msupport.net/>
- Poma, V., & Cabrera, J. (2015). Diseño e implementacion de un prototipo de estacion metereologica, con un sistema de telemetria para el area de la energia, las industrias y los recursos naturales no renovables de la unversidad nacional de loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- MIT. (2017). Obtenido de Anyone Can Build Apps That Impact the World: <http://appinventor.mit.edu/explore/>
- Interpolados. (2017). Protocolo de transferencia de hipertexto y lenguaje de marcado hipertexto. Obtenido de <https://interpolados.wordpress.com>

- Elefreaks. (2017). GPRS/GSM Module-EFCom Pro EFComPro. Obtenido de <https://www.elec Freaks.com>
- Microchip. (2018). Microcontrolador Atmega 328p. Obtenido de <https://www.microchip.com>
- Velasco, N. (s.f.). Red GSM. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GS M.pdf>
- Controlysolucioneselectricas. (s.f.). controlysolucioneselectricas.mex.tl. Obtenido de controlysolucioneselectricas.mex.tl: http://controlysolucioneselectricas.mex.tl/765755_Telemetria-GSM-GPRS.html
- Corral, M. (2014). La tecnología led.
- TopXLed. (2017). Ventajas y beneficios de la tecnología LED. Obtenido de <https://www.topxled.es/nosotros/>
- radiacionsolar. (2011). <http://radiaciondelsol.blogspot.com>. Obtenido de <http://radiaciondelsol.blogspot.com/2011/11/la-radicion-solar.html#comment-form>
- Magrensas. (2015). <http://www.magrensas.com>.
- Github. (2018). <https://github.com/espressif/arduino-esp>. Obtenido de <https://github.com/espressif/arduino-esp>.
- Arduino. (2018). <https://forum.arduino.cc/index.php?topic>. Obtenido de <https://forum.arduino.cc/index.php?topic>.
- Calameo. (2006). <https://es.calameo.com/books/000559662826cc914f64d>. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/000559662826cc914f64d>.
- Instrumentacionelectronica. (4 de Septiembre de 2013). <https://instrumentacionelectronica.wordpress.com>.

ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto del Proyecto.

Ítem	Descripción	Valor unitario	Cantidad	Valor total
1	Panel Avresa 155 Wp 12 Vdc	\$450.00	3	\$1350.00
2	Controlador de carga solar 40 A - 12/24 Vdc Mppt	\$200.00	1	\$200.00
3	Batería de ciclo profundo universal battery 100 Ah-12Vdc	\$233.00	3	\$700.00
4	Inversor de voltaje Evl 12 Vdc – 120 Vac	\$50.00	1	\$50.00
5	Sensor de corriente ACS712 30 A	\$12.00	1	\$12.00
6	Sensor de corriente no invasivo SCT-013-000	\$15.00	1	\$15.00
7	Transformador 117 Vac – 12Vac	\$12.00	1	\$12.00
8	Lámparas Led 24 W	\$17.00	6	\$105.00
9	Módulo GSM	\$52.00	1	\$52.00
10	Pic Atmel 328p	\$8.00	1	\$8.00
11	Lcd 20x4	\$13.50	1	\$13.50
12	Gabinete metálico	\$90.00	1	\$90.00
13	Caja porta baterías	\$90.00	1	\$90.00
14	Estructura metálica	\$50.00	1	\$50.00
15	Conectores Mc4	\$49.00	1	\$49.00
16	Módulo Wifi	\$17	1	\$17
17	Fuente de voltaje 120Vac /5Vdc – 40A	\$35	1	\$35
18	Acrílicos	\$16	1	\$16
19	Ventiladores de tablero	\$16	2	\$32
20	Material eléctrico	\$100	1	\$100
21	Montaje Paneles	\$90	1	\$90
Total				\$3086

**Anexo 2: Programación Pic Atmel
328p.**

```
#include EmonLib.h" //LIBRERIA  
DE LECTURA DE DATOS  
EXTERNOS
```

```
EnergyMonitor energyMonitor;  
//INICIA LECTURA DE VRMS
```

```
EnergyMonitor  
energyMonitor1;//INICIA LECTURA  
DE IRMS
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LCD.h>
```

```
#include <jm_Scheduler.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C
```

```
lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7);
```

```
int estadoAnterior = 1; //GMS
```

```
int estadoAnterior1 = 0; //WIFI
```

```
int estadoActual = 1; //GMS
```

```
int estadoActual1; //WIFI
```

```
int pin = 4;
```

```
float value=0;
```

```
floatvoltaje=0.00;//
```

```
=(analogRead(A1)*5.00)/1023.00;
```

```
int dato;
```

```
char estado;
```

```
char mensaje1;
```

```
char mensaje2;
```

```
char mensaje3;
```

```
char mensaje4;
```

```
String mensaje = "";
```

```
float voltajeSensor=0.00;
```

```
float corriente;
```

```
float Ip=0.00;
```

```
float cp;
```

```
float Irms=0.00;
```

```
float Vrms=0.00;
```

```
int voltajeAC;
```

```
float tensionAC;
```

```
float potencia=0.00;
```

```
float potenciaAC=0.00;
```

```

float Sensibilidad= 0.066;//

float offset=0.100;

float Imax=0;

float Imin=0;

int pino_sct = 1;

double Vrms1;

float Irms1;

float voltajeDC;

//*****CONFIGURACION*****
*****

void setup() {

    lcd.begin (20,4); //INICIA EL LCD
    CON 16 CARACTERES Y 2 LINEAS

    lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);

    lcd.setBacklight(HIGH);

    lcd.clear();

    Serial.begin(19200);//19200

    energyMonitor.current(0,    10);
    //PARA LECTURA DE VAC

    energyMonitor1.current(2,60.606);//P
    ARA LECTURA DE IRMS

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("*MEDICION      DE
    SENAL*");

    lcd.setCursor(0,1); //POSICIONA EL
    CURSOR EN ORIGEN (COLUMNA,
    FILA)

    lcd.print("V_G=");

    lcd.setCursor(0,2); //POSICIONA EL
    CURSOR EN ORIGEN (COLUMNA,
    FILA)

    lcd.print("I_G=");

    lcd.setCursor(0,3); //POSICIONA EL
    CURSOR EN ORIGEN (COLUMNA,
    FILA)

    lcd.print("P_G=");

    lcd.setCursor(10,1); //POSICIONA
    EL CURSOR EN ORIGEN
    (COLUMNA, FILA)

    lcd.print("V_C=");

```

```

    lcd.setCursor(10,2); //POSICIONA EL CURSOR EN ORIGEN (COLUMNA, FILA)
    lcd.print("I_C=");
    lcd.setCursor(10,3); //POSICIONA EL CURSOR EN ORIGEN (COLUMNA, FILA)
    lcd.print("P_C=");
    pinMode(A0,INPUT); //pines E/S CORRIENTE EN BAJA
    pinMode(A1,INPUT); //VOLTAJE EN BAJA
    pinMode(A2,INPUT); // CORRIENTE EN ALTA
    pinMode(A3,INPUT); //VOLTAJE en ALTA
    pinMode(pin,INPUT); //Int_dig
    pinMode(5,OUTPUT);
    pinMode(6,INPUT); //pulsante mensaje
    pinMode(7,OUTPUT);//SALIDAS PARA RELE
    pinMode(8,OUTPUT);//SALIDAS PARA RELE
    pinMode(9,SALIDA);//SALIDAS PARA RELE
    pinMode(10,SALIDA);//SALIDAS PARA RELE
    digitalWrite(7,HIGH);
    digitalWrite(8,HIGH);
    digitalWrite(9,HIGH);
    digitalWrite(10,HIGH);
    Serial.println("AT+CMGF=1\r");
    //configura GSM para mensajeria
    delay(100);
    Serial.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
    );
    }
    //*****Envia sms desde el micro al celular*****
    Void enviar_sms()

```

```

{
Serial.println("AT+CMGF=1\r");//Co
mando AT para mandar un SMS

delay(500);

Serial.println("AT+CMGS="+593983
731062\r");//Numero al que vamos a
enviar el mensaje

delay(500);

Serial.println("PRUEBA
CONEXION"); //Palabra enviada
desde el micro

delay(400);

Serial.print((char)26);

delay(500);

//*****Responde al celular
cuando recibe una peticion del
celular*****

}

void recibir_sms(){

digitalWrite(5,HIGH);
Serial.println("AT+CMGF=1\r");//Co
mando AT para mandar un SMS

delay(200);

Serial.println("AT+CMGS="+593983
731062\r");//Numero al que vamos a
enviar el mensaje

delay(200);

Serial.print("V_PANELES(V)=");

Serial.println(voltajeDC);

delay(200);

Serial.print("I_PANELES(A)=");

Serial.println(cp);

delay(200);

Serial.print("P_PANELES(W)=");

Serial.println(potencia);

delay(200);

Serial.print("V_CONSUMO(V)=");

Serial.println(Vrms1);

delay(200);

```

```

Serial.print("I_CONSUMO(A)=");          digitalWrite(7,LOW);

Serial.println(Irms1);                  digitalWrite(8,LOW);

delay(200);                             digitalWrite(9,LOW);

Serial.print("P_CONSUMO(W)=");          digitalWrite(10,LOW);

Serial.println(potenciaAC);             Serial.println("AT+CMGF=1\r");//Co
delay(200);                             mando AT para mandar un SMS

Serial.println((char)26);               delay(500);

delay(200);

digitalWrite(5,LOW);

delay(100);

mensaje="";

}

//*****//pines salida para          //Palabra o texto que deseemos enviar
luces*****                           desde el micro

void encender(){                        delay(500);

digitalWrite(7,HIGH);                   Serial.print((char)26);

digitalWrite(8,HIGH);                   delay(500);

digitalWrite(9,HIGH);                   }

digitalWrite(10,HIGH);

delay(100);                             void encender2(){

digitalWrite(7,LOW);

```

```

digitalWrite(8,LOW);
digitalWrite(9,LOW);
digitalWrite(10,LOW);
}
void apagar(){
digitalWrite(7,LOW);
digitalWrite(8,LOW);
digitalWrite(9,LOW);
digitalWrite(10,LOW);
delay(100);
digitalWrite(7,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
digitalWrite(10,HIGH);
Serial.println("AT+CMGF=1\r");//Co
mando AT para mandar un SMS
delay(500);
Serial.println("AT+CMGS=\"+593983
731062\");//Numero al que vamos a
enviar el mensaje
delay(500);
Serial.println("apagado"); //Palabra
o texto que deseemos enviar desde el
micro
delay(500);
Serial.println((char)26);
delay(500);
}
void apagar2(){
digitalWrite(7,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
digitalWrite(10,HIGH);
}
//*****
*****
//*****COMIENZO DE
PROGRAMACION*****
*

```

```

void loop(){
    double          Vrms          =          Vrms1=Vrms*9;
energyMonitor.calcIrms(1484);
//VARIABLE LECTURA DE VAC
    double          Irms          =          Irms1=Irms*1;
energyMonitor1.calcIrms(1484);//VA
//VARIABLE LECTURA DE IRMS
    float           Ip            =          estadoActual1 = digitalRead(pin);
= get_corriente(200); //obtenemos la
corriente pico paneles
    float           voltaje       =          lcd.setCursor(4,1);//columna, fila
((analogRead(A1)*5.00)/1023.00)/0.0
909; //LECTURA DE VOLTAJE DC
//arreglo lectura de corrienteDC
    voltajeDC= voltaje*1;
    potencia= voltaje*Ip; //POTENCIA
DC
    cp=(potencia/voltajeDC); //CORRIEN
TE DC
    potenciaAC     =          lcd.setCursor(4,2);//columna, fila
Vrms*9*Irms; //POTENCIA AC
                                lcd.print(voltajeDC,1);//voltaje DC
                                pantalla
                                lcd.setCursor(4,2);//columna, fila
                                lcd.print(Ip,1);//Ip //corriente DC
                                pantalla
                                lcd.setCursor(4,3);//columna, fila
                                lcd.print(potencia,1);//potencia DC
                                pantalla
                                lcd.setCursor(14,1);//columna, fila
                                lcd.print(Vrms1);//voltaje AC pantalla
                                lcd.setCursor(14,2);//columna, fila
                                lcd.print(Irms1,1);//Ip //corriente AC
                                pantalla
                                lcd.setCursor(14,3);//columna, fila
                                lcd.print(potenciaAC,1);//potencia AC
                                pantalla

```

```

if (dato==LOW){
mensaje_sms(); //Envia SMS
}

if (estadoAnterior1 != estadoActual1)
{ //WIFI

// if (estadoActual1 <=2) {

if (estadoActual1 == 0) {

encender2();

estadoAnterior1 = estadoActual1;

}

// if (estadoActual1 >= 2.5) {

if (estadoActual1 == 1) {

apagar2();

estadoAnterior1 = estadoActual1;

}

}

if (Serial.available()>0){

delay(5);

estado=Serial.read(); }

if (estado =='#'){
mensaje1=Serial.read();

mensaje2=Serial.read();

mensaje3=Serial.read();

mensaje4=Serial.read();

mensaje += mensaje1;

mensaje += mensaje2;

mensaje += mensaje3;

mensaje += mensaje4;

Serial.println(mensaje);//esta
comentado

if (mensaje== "DATO"){

//mensaje o palabra que se envia desde
el celular al micro

recibir_sms();

Serial.println("Datos recibidos");

}

else{

if ((mensaje== "OONN")){

encender();

}

}

}

```

Serial.println("encendido");//mensaje
o palabra que se envia desde el celular
al micro

```
    mensaje="";
```

```
  }
```

```
else{
```

```
    if (mensaje== "OOFF"){
```

```
        apagar();
```

Serial.println("apagado");//mensaje
o palabra que se envia desde el celular
al micro

```
    }
```

```
    mensaje="";
```

```
    delay(50);
```

```
    }}}
```

```
float get_corriente(int n_muestras)
```

```
{
```

```
    float voltajeSensor=0;
```

```
    float corriente=0;
```

```
    for(int i=0;i<n_muestras;i++)
```

```
{
```

```
    voltajeSensor = analogRead(A3) *  
(5.0 / 1023.0);////lectura del sensor de  
corriente paneles
```

```
    corriente=corriente+(voltajeSensor-  
2.5)/Sensibilidad;
```

```
}
```

```
corriente=corriente/n_muestras;
```

```
return(corriente);
```

Anexo 3: Cronograma

DURACION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO TECNICO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
ACTIVIDADES / SEMANA ASIGNADA																																												
ANALISIS DEL PROYECTO																																												
COMPRA DE MATERIALES																																												
INICIO DE PROGRAMACION																																												
DISENO DE PLANOS ELECTRICOS																																												
DISENO PCB Y ARMADO DE TABLERO DE CONTROL																																												
ELEBORACION DE DOCUMENTACION																																												
ARMADO DE TABLERO GENERAL																																												
MONTAJE DE TODO EL SISTEMA																																												
PRUEBA Y CORRECCION DE FALLAS																																												
CORRECCIONES DE DOCUMENTACION																																												

Anexo 4: Programación módulo

WIFI

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
//LiquidCrystal_I2C
```

```
lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7);
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
```

```
const char* ssid = "Biblioteca";
```

```
//NOMBRE DE LA NUEVA RED
```

```
const char* password =
```

```
"biblio2017dc";//CONTRASEÑA DE
```

```
RED
```

```
int ledPin = 13; // GPIO13
```

```
int ledPinA = 1;
```

```
WiFiServer server(80);
```

```
int value=0;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(115200);
```

```
delay(10);
```

```
Wire.begin (D2, D1);
```

```
lcd.begin(16,2);
```

```
lcd.setBacklight(HIGH);
```

```
lcd.home ();
```

```
pinMode(ledPin, INPUT);
```

```
pinMode(15, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(15, LOW);
```

```
// Connect to WiFi network
```

```
Serial.println();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("Red:");
```

```
lcd.println(ssid);
```

```
Serial.print("Conectando a ");
```

```
Serial.println (network);
```

```
WiFi.begin (network, contraseña);
```

```
while (WiFi.estado() !=
```

```
WL_CONECTADO) {
```

```
delay(500);
```

```
Serial.print(".");
```

```

}                               lcd.print("");

Serial.println("");            lcd.print(WiFi.localIP());

Serial.println("WiFi conectado"); // Serial.println("/");

lc                               lcd.print("/");

d.setCursor(0,0);              }

                                void loop() {

                                WiFiClient client = servidor

                                habilitado();

                                if (!client) {

                                return;

                                }

                                //

                                // // esperar algun dato del cliente

                                Serial.print("Use this URL to

                                connect: ");

                                Serial.println("new client");

                                while(!client.available()){

                                delay(1);

                                }

                                //

                                // //

                                delay(500);

                                client.readStringUntil('\r');

```

```

Serial.println(solicitud);                                digitalWrite(15,HIGH);

client.flush();                                         value = HIGH;

//                                                     lcd.setCursor(0,0);

// // Haga coincidir la solicitud                       lcd.print("");

//                                                     lcd.print("LUCES OFF ");

// en valor = HIGH;                                    delay(1000);

if (request.indexOf("/ON") != -1) {                    lcd.setCursor(0,0);

                                                         lcd.print("");

                                                         lcd.print("WiFi conectado ");

                                                         }

                                                         }

                                                         //

                                                         // Set ledPin according to the request

                                                         digitalWrite(ledPin, value);

                                                         // digitalWrite(15, value);

                                                         } LCD.print(' '

                                                         }

if (request.indexOf("/OFF") != -1) {

                                                         digitalWrite(15, LOW);

                                                         delay(10);

```

Anexo 5: Ahorro energético

Para lograr el ahorro energético se empieza por sustituir las 3 pantallas de lámparas fluorescentes con un consumo de 300W en total, por lámparas tipo LED de 24 watts. Con un funcionamiento de 6 horas diarias durante 5 días de la semana las cuales se muestran a continuación:

Tabla 8: Potencia ahorrada diaria

Iluminación Actual	Lámpara Led	Ahorro de Watts	de Cantidad de horas	de Watts ahorrados
300 W	144 W	156W	6	936W

Tabla 9: Energía ahorra mensual

KWatts ahorrados	Horas/Día	Días de uso semanal	Semanas de consumo al mes	de KWh ahorrados al mes
0.936W	6	5	4	112.32 KWH

Tabla 10: Coste de energía ahorrada mensual y anualmente

kWh ahorrados al mes	Coste de energía por kWh (Según factura)	Coste energético ahorrado mensual	Meses	Coste energético ahorrado anual
112.32 kWh	0.10 \$	11.23 \$	12	134.78 \$

Tabla 11: Ahorro energético a lo largo de la vida útil

Vida útil del Led	Horas de uso al año	Estimación de vida de los Leds	Ahorro energético anual	Coste energético total
25000 Horas	1440	3 Años	134.78 \$	\$404.34

Anexo 6: Hoja de datos técnicos de los módulos solares.



**SUNMODULE
SW 155 WATTS 12 VOL**

AVRESA SW 155 cell 5 microne - 21,18 Efic.

Encapsulated Design Resists Corrosion

No Maintenance Required
Quick and Easy Installation



Solar World silicon solar modules use breakthrough technology perfected by nearly 30 years of manufacturing technology. These modules use a textured cell surface and tempered glass to reduce reflection of sunlight. The anti-reflective coating provides a uniform blue color and increases the absorption of light in all weather conditions. These solar modules can be applied in many areas including building roofs, photovoltaic power plants, telecommunication, hubs, weather stations, broadcast towers, navigation marks, railways and road intersections.

AVRESA SW 155 WATTS - 12 VOL MONO RURAL HOME APPLICATION

ELECTRICAL SPECIFICATION

Maximum Power (Pmax)	155 W
Power Tolerance	±5 %
Maximum Power Voltage (Vmp)	17.3 V
Maximum Power Current (Imp)	8.96 A
Open circuit Voltage (Voc)	21.7 V
Short circuit Current (Isc)	9.81 A
Maximum System Voltage	620 Vdc

Module Efficiency	21.18 %
Temp. coefficient Voc	-0.35±0.02 %/° C
Temp. coefficient Isc	+0.04±0.0015 %/° C
Temp. coefficient Power	-0.5±0.05 %/° C

Nominal operating cell temperature 47° C±2° C

Cell Type	Mono Crystal silicom
Cell Size	125 x 125 mm
Cell Shape	Quasi Square 5 microne 36 in series
Number Cells	72
Encapsulated Solar Cells Efficiency	99.6 %

AM	1.7
Irradiation	1000 W/m2
Tc	25° C

Mechanical Specifications

Length (mm)	1610
Width (mm)	810
Depth (mm)	34
Warranty (years)	25

Weight (lbs)	33
Front glass thickness	3.2 mm
Encapsulant	EVA
Back side	TPT

Absolute Maximum Rating

Operating Temperature	-40 to +90° C
Storage Temperature	-40 to +90° C
Dielectric Isolation Voltage	1000 Vdc max
Maximum Wind Resistance	60m/s (134 mph)

TITLE

Solarworld SW 155 Watts 12 Vol

TYPE

English Datasheet

VERSION

Latin America

DATE

January 1, 2010



Anexo 7: Datos técnicos batería.



Sealed Lead-Acid Battery

Absorbent Glass Mat (AGM) technology for superior performance. Valve regulated, spill proof construction allows safe operation in any position. Approved for transport by air, D.O.T., IATA, F.A.A. and C.A.B. certified. U.L. recognized under File number MH20967.

UPG No. 45978

UB121000

Maintenance-Free



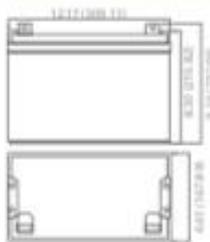
Specification

Nominal Voltage	12 volts		
Nominal Capacity	77° F (25° C)		
20-hr. (5.0A)	100 Ah		
10-hr. (9.3A)	93 Ah		
5-hr. (17.0A)	85Ah		
1-hr. (60.0A)	60 Ah		
Approximate Weight	63.93 lbs (29 kgs)		
Internal Resistance (approx.)	5mΩ		
Shelf Life (% of normal capacity at 77° F (25° C))			
3 Months	6 Months	12 Months	
91%	82%	64%	
Temperature Dependency of Capacity (20 hour rate)			
104° F	77° F	32° F	5° F
102%	100%	85%	65%
AGM Operational Temperature	-20°C to 45°C		
AGM Storage Temperature	-20°C to 45°C		

Charge Method (Constant Voltage)

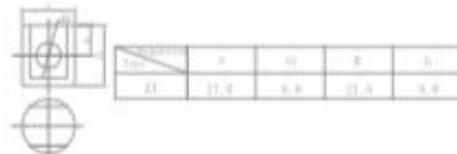
Cycle Use (Repeating Use)	
Initial Current	30 A or smaller
Control Voltage	14.5 - 14.9 V
Float Use	
Control Voltage	13.6 - 13.8 V

Physical Dimensions: in (mm)



L: 12.17in (309.11mm)
 W: 6.63in (167.89mm)
 H: 8.30in (210.82mm)
 TH: 6.16in (156.90mm)
 Total case height: 6.94in (176.1mm) and 6.98in (177.2mm) for height dimensions. All data subject to change without notice.

Terminals



Constant Current Discharge Characteristics Unit:A (25°C, 77°F)

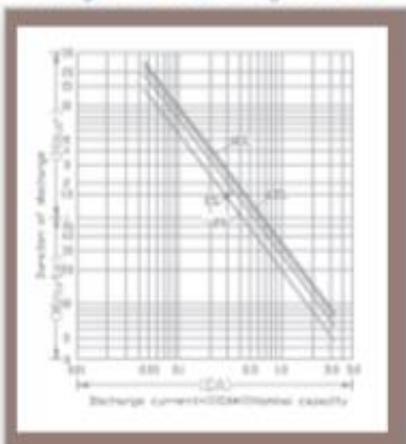
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	351.5	256.5	180.5	109.3	57.0	33.3	24.4	19.0	15.7	11.0	10.0	5.4
10.20V	309.7	233.7	161.5	103.6	53.6	31.7	23.8	18.5	15.4	10.8	9.7	5.3
10.50V	298.3	222.3	152.0	100.7	52.3	31.0	23.2	18.2	15.2	10.7	9.5	5.2
10.80V	286.9	210.9	142.5	97.9	50.4	30.2	22.6	18.0	14.8	10.5	9.5	5.1
11.10V	275.5	199.5	133.0	95.0	48.5	29.5	21.9	17.4	14.4	10.2	9.0	4.9

Constant Power Discharge Characteristics Unit:W (25°C, 77°F)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	3732.6	2818.7	1917.1	1160.0	660.3	384.8	283.1	220.4	181.5	128.3	115.9	62.4
10.20V	3438.1	2594.5	1792.7	1149.5	620.4	367.7	275.5	214.7	142.6	125.4	113.1	60.8
10.50V	3383.0	2521.3	1723.3	1141.9	600.4	359.1	268.9	210.9	175.8	124.5	111.2	60.0
10.80V	3339.3	2454.8	1658.7	1139.1	584.3	351.5	263.2	207.1	172.9	121.6	110.2	59.8
11.10V	3278.5	2374.1	1582.7	1130.5	576.7	350.6	260.3	206.2	172.0	120.7	107.4	58.0

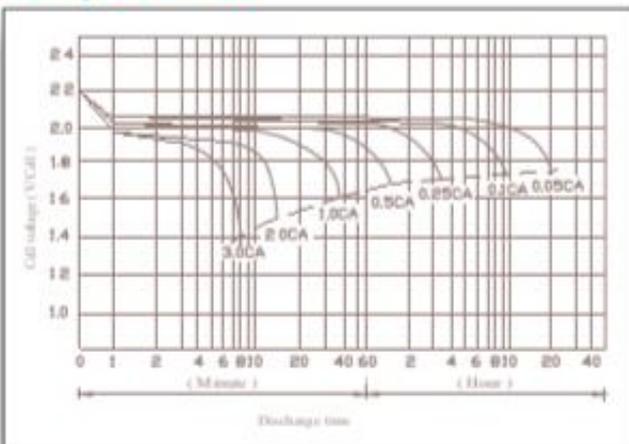


Discharge Time vs. Discharge Current

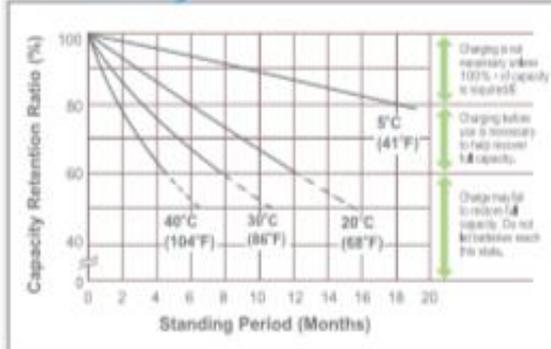


Discharge Characteristics

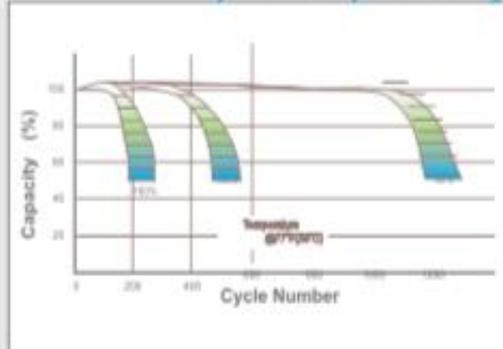
Maintenance-Free



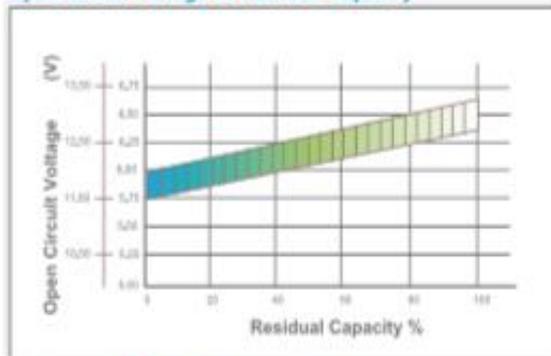
Shelf Life & Storage



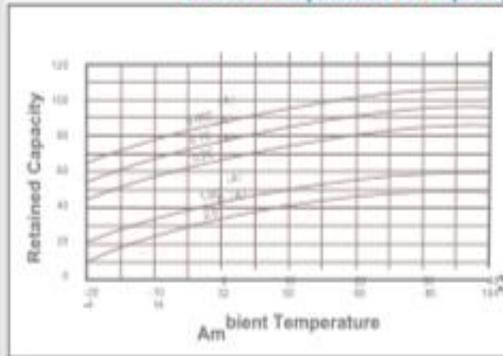
Cycle Life vs Depth of Discharge



Open Circuit Voltage vs Residual Capacity



Effect of Temperature on Capacity



Charge Current & Final Discharge Voltage

Application	Charge Voltage (V/Ce)			Max Charge Current	Final Discharge Voltage (V/Ce)	1.75	1.70	1.60	1.50
	Temperature	Set Point	Allowable Range						
Cycle Use	25°C (77°F)	2.45	2.40-2.50	0.3C	Discharge Current (A)	0.2C (A)	0.2C (A) < 0.5C	0.6C (A) < 1.0C	(A) > 1.0C
Standby	25°C (77°F)	2.325	2.30-2.35						

Anexo 8: Datos técnicos de equipo de control de carga.



Product description

Color: 60A 12/24V

Main features:

Compared with normal solar charge controller, this MPPT controller could increase efficiency by 10%~30%

Can charge and discharge at the same time

Always keep the battery in full status

Battery over-charging /over-discharging protection

Prevent the battery from reverse charging to solar panels during nights

Reverse polarity protection for battery

Reverse polarity protection for solar panels

When the battery voltage is low, the controller will automatically cut off the load from the system.

If the voltage of battery is back to normal and the load will restart working.

Thunder protection

The controller will automatically compensate the temperature of the charging voltage according to the changes of ambient temperature

Parameters:

Category: MPPT solar controller

Model: MPPT60 60A

Rated Voltage: 12V/24V

Max Load current: 60A

Input voltage range: 12V~20V/24V~40V

Length Less than or equal to 1m Charge loop drop: $\leq 0.25V$

Length Less than or equal to 1m Discharge loop drop: $\leq 0.05V$

Full charge cut: 13.7V~14.4V/27.4V~28.8V

Low voltage cut: 10.5V~11V/21V~22V

Temperature compensation: $-3mv/centigrade/cell$

No load loss: Less than or equal to 45mA

Ambient temperature: $-25\text{ centigrade}^{\circ}$ ~ $+55\text{ centigrade}^{\circ}$

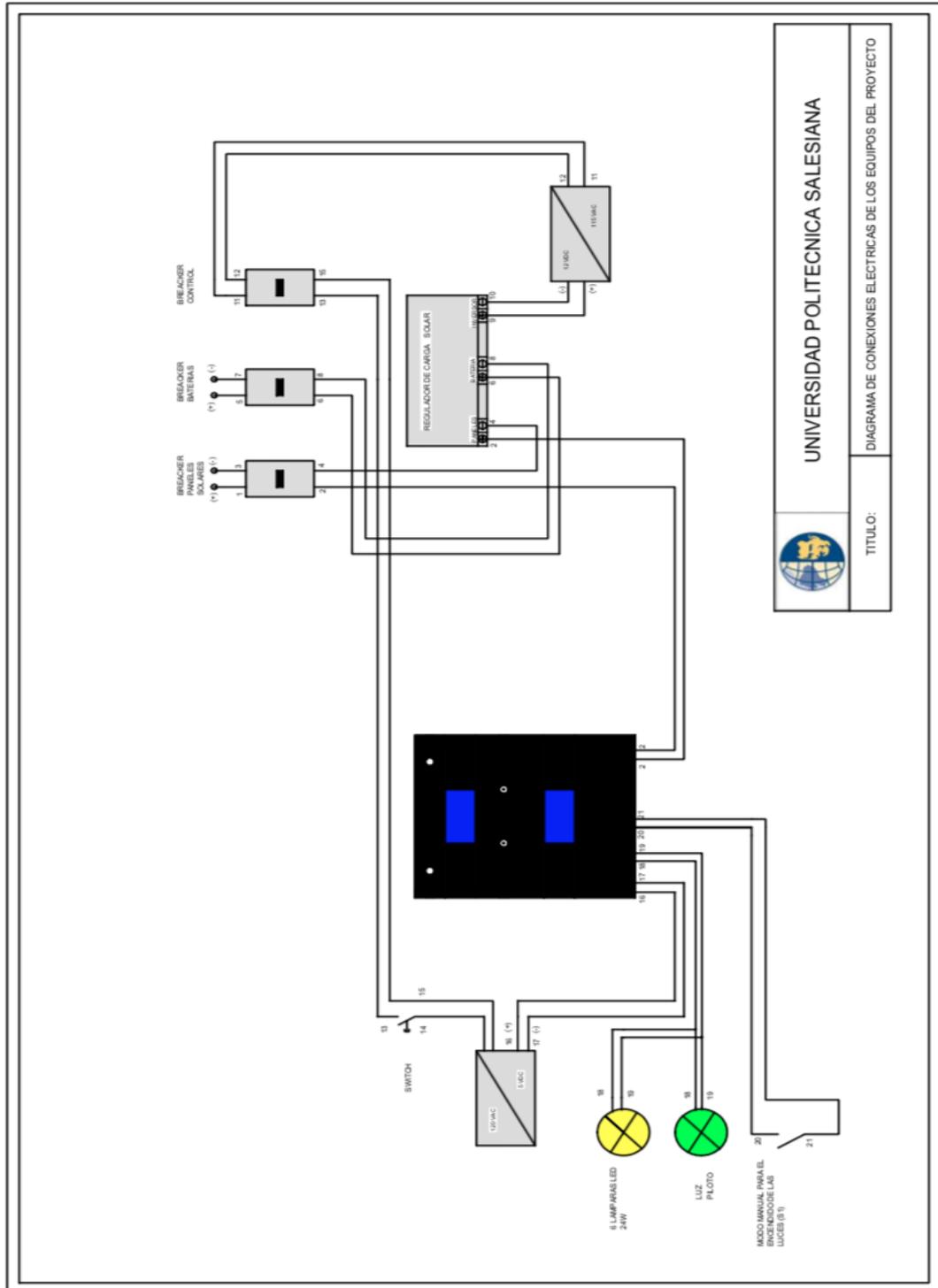
Anexo 9: Datos técnicos tarjeta SIM 900



ESPECIFICACIONES

- Totalmente compatible con Arduino
- Conexión con el puerto serial
- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz
- GPRS multi-slot clase 10/8
- GPRS mobile station clase B
- Compatible GSM fase 2/2+
- Clase 4 (2 W (AT) 850 / 900 MHz)
- Clase 1 (1 W (AT) 1800 / 1900MHz)
- TCP/UP embebido
- Soporta RTC
- Consumo de 1.5 mA (susp)

Anexo 10: Esquema de conexiones eléctricas de los equipos del proyecto



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO

TÍTULO:

Anexo 11: Respaldo de los datos energéticos obtenidos en la monitorización

Al recibir los datos energéticos del sistema de generación y de consumo, dichos datos llegan al móvil celular mediante un SMS y se muestran en la aplicación, los datos se almacenan temporalmente en el celular, y los cuales pueden ser perdidos si hubiese algún inconveniente con dicho dispositivo, por lo consiguiente los datos energéticos se respaldarán enviándose a un correo electrónico, a continuación, se detalla la programación utilizada para el respaldo.



Figura 70. Ingreso del correo al que se envía la información en App Inventor

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Se ingresa el correo electrónico al que se desea enviar la información obtenida en el monitoreo de datos energéticos, después se añade el encabezado con el que el destinatario recibirá el correo, luego se ingresa una clave la cual es provista por la página IFTTT que es un tipo de servicio web que permite crear y programar acciones para automatizar diferentes tareas y acciones en Internet, para este caso el permitir el envío de información de la APP directamente al correo ingresado.

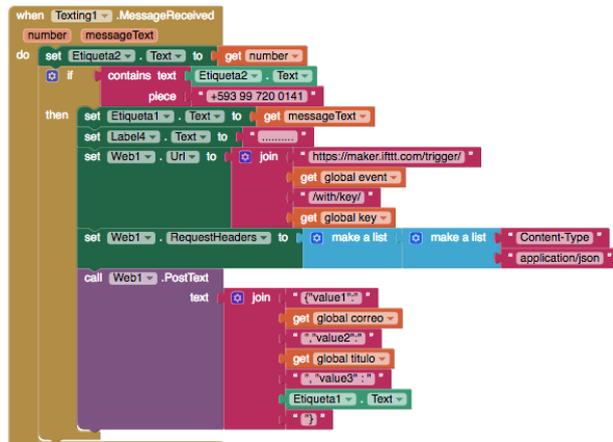


Figura 71. Envío de los datos energéticos al correo electrónico

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Una vez se recibe los datos energéticos en la APP, se ejecuta el envío de la información mediante la página de IFTTT al correo electrónico deseado, a continuación se muestra la información recibida al correo registrado.

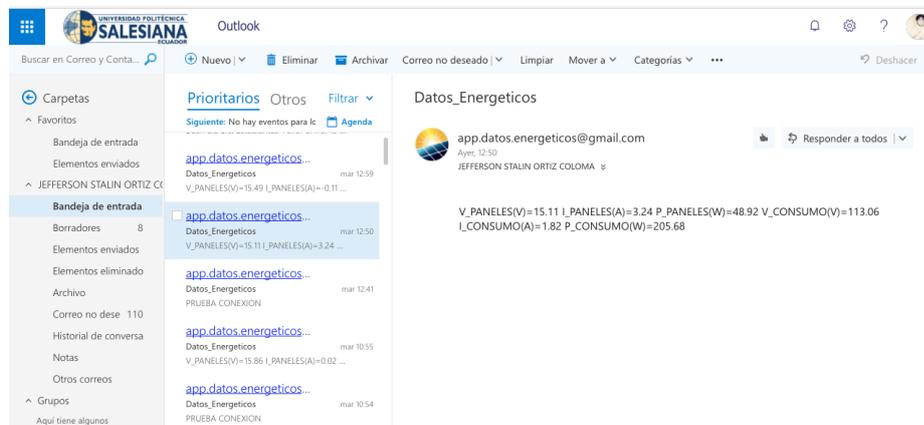


Figura 72. Respaldo de los datos energéticos en el correo electrónico

(J. Ortiz, G. Valencia, 2018)

Anexo 12: Lámpara LED ojo de buey de 24W



Código:	IL040098 – IL040099 – IL040100 – IL040117 – IL040118
Temperatura de Color:	3000K – 4000K – 6500K
Flujo luminoso:	1300 – 2160lm
Tensión:	110 – 220V
Potencia:	18 – 24W
Ángulo de apertura:	120°
Vida útil:	25000H
CRI:	70



**Escuela de Educación Básica
"MARISCAL SUCRE"**



Dirección Av. Principal Juan Montalvo y Mariscal Sucre
CANTÓN ISIDRO AYORA

Isidro Ayora, 1 Junio del 2017

Estimado Msc.

Víctor Huilcapi

Director de la carrera de Ingeniería Electrónica

Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

De mis consideraciones:

Por medio de la presente doy a conocer a usted la autorización y los permisos necesarios a los estudiantes, Jefferson Stalin Ortiz Coloma con cedula de identidad N° 0927290379y Gilson Alfredo Valencia Granoble con cedula de identidad N° 0923160048 para la realización del proyecto técnico propuesto: "Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico utilizando la plataforma App Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la Escuela de Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora". También se autoriza las revisiones periódicas de docentes de la universidad antes, durante y hasta la finalización del proyecto.

Atentamente.

Mg. Luis Moyano León

Director





**Escuela de Educación Básica
"MARISCAL SUCRE"**



Dirección Av. Principal Juan Montalvo y Mariscal Sucre
CANTÓN ISIDRO AYORA

Isidro Ayora, 16 Octubre del 2018

Estimado Msc.

Víctor Huilcapi

Director de la carrera de Ingeniería Electrónica

Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

De mis consideraciones:

Por medio de la presente notifico a usted que los señores Jefferson Stalin Ortiz Coloma con cedula de identidad N° 0927290379 y Gilson Alfredo Valencia Granoble con cedula de identidad N° 0923160048 cumplieron con éxito el proyecto técnico propuesto: "Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico utilizando la plataforma App Inventor para monitoreo remoto de sus variables energéticas y control de encendido aplicado al laboratorio de audiovisual de la Escuela de Educación Básica Mariscal Sucre del cantón Isidro Ayora", el cual se encuentra totalmente operativo.

Atentamente.


Mg. Luis Moyano León

Director

