



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO, PARA LA RED ELÉCTRICA DE LA URBANIZACIÓN LAS MOROCHAS EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO

Autores:
Rodrigues, Dinis
Urbina, Marcia

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO,
PARA LA RED ELÉCTRICA DE LA URBANIZACIÓN LAS MOROCHAS
EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Autores: Rodrigues, Dinis
C.I.: 20.699.019
Urbina, Marcia
C.I.: 22.404.885

Tutor: Ing. Gerson Sánchez

San Diego, Noviembre 2020



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Gerson Sánchez, titular de la cédula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos RODRIGUES DINIS titular de la cédula de identidad N° 20.699.019, e URBINA MARCIA titular de la cédula de identidad N° 22.404.885, titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO, PARA LA RED ELÉCTRICA DE LA URBANIZACIÓN LAS MOROCHAS EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los _____ del año 2020

Ing. Gerson Sánchez
C.I.: 7.143.386

ACEPTACIÓN DE DECANO

Universidad José Antonio Páez
Decanato de Ingeniería



FI-E -007-2020-2CR (TG)

Valencia, 13 de octubre de 2020

Ciudadanos:

Urbina P., Marcia A.

22.404.885

Rodriguez R., Dimis M.

20.699.019

Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2020 de fecha 28-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado ***DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA DE RESPALDO FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED ELÉCTRICA PARA LA URBANIZACIÓN LAS MOROCHAS*** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación del Ing. Gerson Sánchez C.I: 7.143.386 como Tutor Académico que lo asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dra. Zaida Osto
Decana (E)

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance de la Investigación.....	6
1.6 Limitaciones	6

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1 Energía Solar	10
2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica	10
2.2.2.1 Aplicaciones.....	11
2.2.3 Paneles Fotovoltaicos	12
2.2.3.1 Tipos de Paneles Fotovoltaicos.....	12

2.2.3.2 Partes de un Panel Fotovoltaico:	13
2.2.4 Baterías	16
2.2.5 Inversor	17
2.2.5.1 Tipos de inversores	17
2.2.6 Protecciones	18
2.2.6.1 Tipos de Protecciones	18
2.2.7 Automatización	19
2.2.7.1 Partes de un Sistema de Automatización	19
2.2.8 Sistemas de Control	20
2.2.9 Controlador Lógico Programable	21
2.2.9.1 Arquitectura Externa	23
2.2.9.2 Arquitectura Interna	23
2.2.9.3 Programación del PLC.	25
2.2.10 Lenguajes de Programación de un PLC.....	26
2.2.10.1 Lenguajes gráficos	27
2.2.10.2 Lenguajes textuales	27
2.2.10.3 Gráfico funcional secuencial (SFC).....	27
2.2.11 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface)	27
2.2.11.1 Tipos de Interfaz	28
2.2.11.2 Pantallas HMI.....	28
2.2.12 Software STEP 7 BASIC V11	29
2.3 Bases Legales	31
2.3.2 Ley Orgánica del Ambiente.....	32
2.3.2 Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico	32
2.3.3 Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía	33
2.4 Definición de términos básicos	33

III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación	35
----------------------------------	----

3.2. Diseño de la Investigación	36
3.3. Nivel de la Investigación	37
3.4 Población y Muestra	37
3.4.1. Población	37
3.4.2. Muestra	37
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	38
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	38
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	39
3.6 Fases de la Investigación	39

IV RESULTADOS

4.1 Fase I	41
4.1.1 Observación directa.	41
4.1.2 Revisión documental del funcionamiento de un Sistema de Respaldo de energía Fotovoltaico.	44
4.1.2.1 Panel Solar	44
4.1.2.2 Conversor DC/DC	45
4.1.2.3 Inversor DC/AC	46
4.1.2.4 Filtro LCL	48
4.2 Fase II	49
4.2.1 Dimensionamiento del Diseño del Sistema Alterno de Energía.....	49
4.2.1.1 Selección del Panel Solar	54
4.2.1.2 Selección del Regulador.....	55
4.2.1.3 Selección del Inversor	55
4.2.1.4 Selección de la batería.....	56
4.2.1.5 Selección del LDR o Fotorresistor	56
4.2.1.6 Selección del PLC Simatic S7-300	57
4.2.1.7 Selección del PLC Simatic S7-300	58
4.2.1.8 Selección del Software Step 7 Simactic.....	60

4.3 Fase II	62
4.3.1 Diseñar del Control de la Automatización del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico.	62
4.3.3.1 Crear un proyecto en Step 7 Simatic	63
4.3.3.2 Primeros pasos a realizar.....	64
4.3.3.3 Bloques del proyecto.....	67
4.3.3.4 Descripción y Simulación de la programación	69
4.4 Fase II	75
4.4.1 Factibilidad económica.....	76
4.4.1.1 Costos.....	76
4.4.1.2 Presupuesto del personal.....	77
4.4.2 Factibilidad Social.....	78
4.4.3 Factibilidad Ambiental.....	79
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pp.
Figura 1. Energía solar fotovoltaica.....	11
Figura 2. Estructura de un Panel Fotovoltaico	14
Figura 3. Estructura de una célula fotovoltaica.....	15
Figura 4. Esquema básico de un sistema de control.....	21
Figura 5. Controlador Lógico Programable.	22
Figura 6. Unidades funcionales del PLC	24
Figura 7. Software STEP 7 BASIC V11.....	29
Figura 8. Circuito equivalente de un diodo para la celda fotovoltaica.....	45
Figura 9. Modelo eléctrico del convertor DC/DC	46
Figura 10. Puente de Interruptores IGBT.....	46
Figura 11. Configuración Inversor Interconectado	47
Figura 12. Configuración del filtro LCL con amortiguación.....	48
Figura 13. Respuesta en frecuencia del filtro LCL con amortiguación y sin amortiguación.....	49
Figura 14. Bosquejo del diseño del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico.....	50
Figura 15. Valores de irradiación horizontal global en Venezuela.....	51
Figura 16. Panel Solar Everexceed	55
Figura 17. Regulador de carga Phocos CML20A.	55
Figura 18. Inversor Jarret de 1000W	56
Figura 19. Batería Duncan	56
Figura 20. Fotorresistor o LDR.....	57
Figura 21. Motor de 12 V.....	57
Figura 22. PLC S7 300.....	58
Figura 23. Diagrama de bloques del proceso de Automatización.....	63

Figura 24. Guía de Orientación Step 7 para inicializar un proyecto	64
Figura 25. Crear el equipo Simatic 300.	65
Figura 26. Insertar bastidor	66
Figura 27. Insertar el CPU	66
Figura 28. Función FC4 leer la hora de la PC 1.....	68
Figura 29. Función FC4 leer la hora de la PC 1.....	69
Figura 30. Tabla de símbolos	70
Figura 31. Botón de Inicio	72
Figura 32. Parada del Sistema.....	72
Figura 33. Alarma por parada de emergencia	73
Figura 34. Automático del Sistema.....	73
Figura 35. Manual del Sistema.....	74
Figura 36. Posiciones del giro del motor	74
Figura 37. Activación de la Marca del Motor	75
Figura 38. Encendido del Motor por 5 segundos	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Pp.
Cuadro 1. Horario de Cortes de Electricidad de la Urbanización Las Morochas	42
Cuadro 2. Estudio de cargas.....	43
Cuadro 6. Estructura de datos al leer la Fecha y Hora	68
Cuadro 3. Variables de entrada	71
Cuadro 4. Variables de salida.....	71
Cuadro 5. Marcas de la programación	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensionamiento del diseño del Sistema Alterno de Energía.....	54
Tabla 2. Lista de materiales	76
Tabla 3. Costo de mano de obra.....	77
Tabla 4. Tabla de Conceptos del personal	78
Tabla 5. Costo Total del Proyecto.....	78



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO,
PARA LA RED ELÉCTRICA DE LA URBANIZACIÓN LAS MOROCHAS
EN ELMUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autores: Rodrigues, Dinis.
Urbina, Marcia.

Tutor: Ing. Gerson Sánchez

Fecha: Noviembre 2020

RESUMEN

En la Actualidad la electricidad se ha convertido en una necesidad imprescindible para el ser humano, de manera que su ausencia causa molestias. Sin embargo, no todos los lugares de nuestro país cuentan con dicho servicio, en las mayorías las ciudades de Venezuela cuentan con servicio eléctrico, pero existe un gran porcentaje de zonas rurales donde no se disfruta de este servicio, por las fallas del sector energético en el país, y esto no deja por fuera a la Urbanización las Morochas, ya que la energía eléctrica es muy inconsistente y esto es un problema crítico para todos los habitantes de esta urbanización. En consecuencia, el proyecto de investigación tiene como objetivo principal, diseñar un sistema alternativo de energía fotovoltaica, para la red eléctrica de la urbanización las morochas, el cual permita el servicio de energía eléctrica de manera continua o que permita en situaciones críticas brindar el mayor aprovechamiento de este vital servicio. Por otro lado, el proyecto de investigación está enmarcado dentro de la modalidad de investigación de proyecto factible, bajo los lineamientos de la investigación de campo, con un nivel descriptivo y documental. Este sistema podrá aportar un control, supervisión, de un sistema de respaldo energético a futuros proyectos relacionados a este campo de investigación.

Descriptor: Sistema, Respaldo Fotovoltaico, Red Eléctrica.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una situación compleja en cuanto a términos energéticos se refiere, cuya causa se debe al uso desmedido de las fuentes no renovables de energía. Las fuentes de energía que explotan recursos renovables, como el sol y el viento pueden cumplir con la demanda de energía a nivel mundial y un ejemplo de ello es que la irradiación solar durante una hora sobre la superficie terrestre deja tanta energía como la que consume la humanidad en un año. Por ello contamos, entre tantas otras, con la energía solar fotovoltaica, la cual presenta un inmenso potencial ya que la energía solar que podemos captar se limita a toda la superficie terrestre, un mantenimiento mínimo y una gran versatilidad

Una instalación de sistema de respaldo fotovoltaico puede ubicarse casi en cualquier lugar y para casi cualquier tipo de consumidor. Se trata de una tecnología fácilmente instalable y cuya distribución puede ser directamente en los puntos de consumo de nuestros pueblos y ciudades. De esta forma, cualquier edificio o casa puede convertirse en una pequeña central generadora de electricidad.

Sin embargo en las mayorías las ciudades de Venezuela cuentan con servicio eléctrico pero existe un gran porcentaje de zonas rurales donde no se disfruta de este servicio, las fallas del sector energético en el país ha obligado a mirar hacia la gran cantidad de ventajas del uso del uso de un sistema de respaldo fotovoltaico, es por ello se cree que en un futuro cercano, en Venezuela se podrán visualizar edificios, casas, centros comerciales y clínicas por nombrar algunos; que podrán autoabastecerse con energía solar fotovoltaica diseñada desde el inicio su construcción. Es por esto, que se motiva el estudio de energías alternativas, enfocándonos en la energía solar fotovoltaica, a través de la instalación de paneles fotovoltaicos para abastecer a una de interés social, como también este mismo estudio puede ser aplicado a la urbanización o comunidad de cualquier parte del país.

Siendo Venezuela el segundo país latinoamericano con el registro más alto de consumo eléctrico por habitante, el presente Trabajo de Grado ha sido dirigido al estudio y el dimensionado para el diseño de un Sistema Alternativo de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización las Morochas en el Municipio San Diego, estado Carabobo

El presente trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: referido al problema, su planteamiento el cual se trata de comprobar durante todo el curso de la investigación por medio de los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio y su alcance.

Capítulo II: se hace hincapié en los antecedentes y bases teóricas que sustentan este proyecto de grado.

Capítulo III: Marco Metodológico se plantea la naturaleza de la investigación, la cual, por sus características, se trata de una investigación documental con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirvió de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: : este capítulo se hablara sobre los resultados y el desarrollo de las fases planteadas en el capítulo III de este trabajo de grado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La generación de energía eléctrica, es un proceso demasiado costoso, pero sobre todo es un proceso que agota cada vez más los recursos naturales con los que contamos, ahora la tendencia de las empresas generadoras de energía buscan alternativas para la obtención del recurso de una manera mucho más limpia sin ser tan costosa y sobre todo cuidar los recursos que se encuentran en peligro de que se agoten.

En la Actualidad la electricidad se ha convertido en una necesidad imprescindible para el ser humano, de manera que su ausencia causa molestias. Sin embargo no todos los lugares de nuestro país cuentan con dicho servicio. Ante la problemática que implica el uso y agotamiento de las maquinarias para la generación de energía, por lo que la utilización de energías renovables como la solar, energía eólica, energía biomasa tienen gran importancia a nivel mundial, ya que no contaminan el medio ambiente, permitiendo energía limpia, eficiente y silenciosa. Por lo que el tema de las fuentes alternativas de energía ha retomado interés en los últimos años.

Por otro lado el desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Este tipo de desarrollo conserva la tierra, el agua, los recursos genéticos de los reinos animal y vegetal, no degrada el medio ambiente, es tecnológicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable. El esquema actual del sector energético está basado principalmente en la represa del Gurí, en donde se encuentra la hidroeléctrica Simón Bolívar el cual desde el 2019 el 70-80% proviene la energía eléctrica que abastece al país. Hoy en día la vida sin la energía eléctrica nos sería prácticamente imposible, y más si se trata de una

Urbanización, en la cual sabemos que el suministro de energía eléctrica es ineficiente. En la Urbanización Las Morochas cuenta con servicios básicos tales como: agua potable, teléfono, internet, alumbrado, etc. En el cual estos servicios dependen directamente de la energía eléctrica para poder ser funcionales. En virtud de ello, la necesidad más importante dentro de los servicios básicos, es la energía eléctrica.

Sin embargo es complicado construir una red de distribución para suplir este servicio, debido al alto costo de la inversión. Las redes de distribución eléctrica, incluyendo las subestaciones, transformadores, postes y elementos necesarios para el suministro de energía, implican un elevado costo de instalación y mantenimiento para el número de habitantes de la Urbanización Las Morochas.

Entorno a esto los habitantes de la Urbanización Las Morochas no poseen los conocimientos adecuados para la administración, desarrollo y ejecución de obras relacionadas en este tópico. Por tal motivo vemos la necesidad de suplir este servicio básico utilizando un sistema de energía renovable como los Paneles Solares o Paneles Fotovoltaicos, para suministrar energía eléctrica a varias familias de la Urbanización en mención.

1.2 Formulación del problema

El planteamiento antes expuesto, lleva a formular las siguientes interrogantes:

¿Cómo se puede mejorar la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema alternativo de energía fotovoltaico para la red eléctrica de la urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en el sistema de distribución de eléctrico en la urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

- Seleccionar los componentes para el diseño del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San diego, estado Carabobo.
- Diseñar la Automatización del Sistema de Control de energía de respaldo fotovoltaico integrado a la red eléctrica para la Urbanización Las Morochas, en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.
- Realizar un estudio de factibilidad, económico, social y ambiental, para el Sistema de energía de respaldo fotovoltaico integrado a la red eléctrica para la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

1.4 Justificación

La realización de esta investigación es de suma importancia, ya que la falta de energía eléctrica de forma ineficiente en ciertos lugares de Venezuela, en el municipio San Diego como es el caso de la Urbanización Las Morochas, es motivo para realizar el estudio de un sistema de energía renovable que sea de gran ayuda para varias familias de este sector quienes no cuentan con el mencionado servicio de manera continua.

Sin embargo, los sistemas que se han desarrollado hasta ahora, permiten un suministro de energía eléctrica renovable eficiente, no todo este sistema puede aplicarse de forma general en la región, debido a sus costos y requerimientos de operación. Por lo que también la propuesta del proyecto es motivar la importancia del uso de las energías renovables basado en energía solar fotovoltaica, energías limpias, sin contaminante, que ayuden con el medio ambiente y su ecosistema.

Entonces escoger el mejor método para generar y distribuir energía renovable ayudará a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Urbanización y adicionalmente dará impulso a varios proyectos que beneficiarán la economía familiar. La implementación del sistema de energía solar fotovoltaica permitirá que los habitantes hagan uso de los beneficios de la energía eléctrica que antes no gozaban como lo es un servicio constante o la iluminación durante la noche.

Así también, la realización de este Trabajo Especial de Grado permitirá cumplir con los requisitos académicos exigidos por la Universidad José Antonio Páez para alcanzar el título de Ingeniero en Electrónica, además de adquirir nuevos conocimientos y poner en práctica todo el aprendizaje e información adquirida durante toda la carrera.

1.5 Alcance de la Investigación

El presente trabajo de grado tiene como objetivo realizar una investigación detallada sobre la situación actual del sistema de energía de respaldo en la Urbanización Las Morochas ubicado en el Municipio San Diego, Estado Carabobo. Con la finalidad de proponer diseño de un sistema alternativo de energía fotovoltaico, para la red eléctrica de dicha urbanización, la cual esto traería grandes beneficios que se verían reflejados en mejoras en la calidad de vida de los habitantes.

Este trabajo de grado está enfocado en influir de manera directa en una urbanización residencial conformado por 570 familias y así un total de 2280 personas aproximadamente, sin embargo, este es un proyecto que está diseñado para dicha urbanización pero este puede ser aplicado en cualquier otro urbanismo en donde sea requerido, por lo que indirectamente pudiera influir de igual forma en un gran número de personas.

1.6 Limitaciones

Todos los casos de estudio no poseen las mismas limitaciones, cada una de estas prestaran diferentes particularidades, es el tiempo un factor limitante al desarrollo del trabajo, puesto que este no pudo haber sido suficiente para la mayor profundización en el periodo evaluado. Así mismo, pudo haber limitaciones en cuanto a los recursos especialmente financieros para poder desarrollar una investigación más profunda, es importante destacar que anqué se consiguió información relevante para la investigación, la misma fue limitada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Méndez (2005) se define el Marco Teórico como, una descripción detallada de cada uno de los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en el desarrollo de la investigación. También incluyen las relaciones más significativas que se dan entre estos elementos teóricos.

A continuación, se presentan varios proyectos o trabajos integradores efectuados en los últimos años, y tomando aportes valiosos para la investigación que pueda brindar cada uno de ellos.

2.1 Antecedentes

Guevara, C (2016) en su proyecto de investigación titulado **“Diseño e implementación de un sistema de respaldo fotovoltaico con posicionamiento de un grado de libertad, para la iluminación del departamento de logística del campamento de la empresa TELCONET S.A Sede Guayaquil”**. Presentado en la Universidad Politécnica Salesiana en la sede Guayaquil, Ecuador. Para optar por el título de Ingeniero en Electrónico. El proyecto de investigación está basado en la generación de energía eléctrica por medio de un sistema fotovoltaico, el cual representa un ahorro de energía y conserva el medio ambiente, ya que no contamina. El sistema se encarga de recolectar energía proveniente del sol, se basa a través de un panel solar y es almacenada en una batería, luego convertida a tensión alterna para alimentar equipos de baja cargas y las luminarias instalados en el departamento. Este sistema cuenta con su respectivo sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos SCADA que permite controlar y monitorear mediante un PLC y una pantalla táctil los datos para el posicionamiento del panel solar y de las luminarias. Este sistema tiene un control de posicionamiento automático, permitiendo que la radiación solar incidida perpendicularmente al panel fotovoltaico durante el día. Por medio

la variación del diferencial de voltaje es leída y procesada de forma automática.

La investigación citada, se vincula con la actual en función de que incluye el desarrollo de la programación para realizar el monitoreo, control y supervisión de las estaciones de un sistema de respaldo fotovoltaico de energía. Por otro lado, es importante para el desarrollo del sistema la configuración e inclusión de datos que puedan transmitir la información a los controladores para tener lecturas del proceso como voltaje, intensidad luminosa, entre otros, en el cual en este trabajo de grado aporta todas estas posibles configuraciones y manejo de estos datos.

Por otra parte, Padilla, N (2017), en su investigación denominada: **“Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la guardia nacional Escuadrón Montado Guatopo, ubicado en el Parque Nacional Guatopo”** para optar por el grado de magister en Ingeniería Ambiental presentado en la Universidad de Carabobo, Venezuela. Facultad de Ingeniería. El presente trabajo consta sobre la implementación de un sistema de energización que garantice el suministro de energía eléctrica en este puesto militar, de manera cónsona con el ambiente y en concordancia con lo estipulado en el reglamento, es por ello que la instalación de un sistema de energización con fuentes renovables paso a ser la solución más adecuada e idónea para este requerimiento.

La idea es implementar el sistema en función de esta fuente de energía, la cual corresponde a estudios preliminares de potencial energético realizados en la zona (existencia de mayor potencial solar que eólico), y en menor escala, la disponibilidad de los sistemas (sistemas de energización fotovoltaica de distintas magnitudes). Por lo tanto en el trabajo de grado se plateo la implementación de un sistema de energización que garantice el suministro de energía eléctrica en este puesto militar, de manera cónsona con el ambiente y en concordancia con lo estipulado en el reglamento, es por ello que la instalación de un sistema de energización con fuentes renovables paso a ser la solución más adecuada e idónea para este requerimiento. La idoneidad de implementar el sistema en función de esta fuente de energía

correspondió a estudios preliminares de potencial energético realizados en la zona (existencia de mayor potencial solar que eólico), y en menor escala, la disponibilidad de los sistemas (sistemas de energización fotovoltaica de distintas magnitudes).

La investigación citada, se vincula con la actual en función de que incluye la importancia y el desarrollo de energías sustentables, lo cual resulta un aporte importante ya que con esto se persigue que el diseño del respaldo del sistema fotovoltaico sea factible y económico.

De la misma manera Ramos, I (2018) en su proyecto de investigación titulado **“Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa Colgate-Palmolive Company”**. Presentado ante la Universidad José Antonio Páez para optar por el título en Ingeniería Electrónica. Este proyecto está planteado para realizar la optimización del bombeo de agua utilizando un sistema automático para mejorar el rendimiento y la eficiencia a la hora de tener que surtir del vital líquido a toda esta área de la ya antes mencionada empresa. Puesto que el sistema no es automático y este presentaba un deterioro bastante notable y muy obsoleto, por lo tanto, se propone la implementación de un PLC Siemens S7-300 usando el software especialmente desarrollado para las aplicaciones de programación de controladores lógicos PLC SIMATIC-S7 con el desarrollo de su respectivo diagrama de escalera y aunado a esto los módulos necesarios para el uso correcto de este sofisticado aparato.

El proyecto se vincula con el actual en función de la selección del PLC Siemens S7-300 que será propuesto en este trabajo de grado, por otro lado, la elección del software de programación del PLC SIMATIC-S7. La elección correcta del software y PLC para la realización del proyecto es esencial, en este trabajo de grado se propone material de instrucción de cómo utilizar el lenguaje de programación KOP (lenguaje escalera), el cual fue elegido para el desarrollo de este proyecto, por lo que es necesario considerar toda la información disponible y herramientas empleadas para el desarrollo de este proyecto.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Energía Solar

La energía solar es la energía entregada por el sol en forma de radiación solar, que el ser humano ha utilizado para producir energía eléctrica a través de la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica.

Ventajas de la energía solar:

- Recurso renovable, gratuito y permanente
- Es una energía limpia que no produce residuos
- Tecnología altamente desarrollada
- Disponibilidad en el mercado para pequeños o grandes desarrollos
- Incorpora elementos arquitectónicos innovadores
- Requiere de poco mantenimiento

Si bien es cierto que las ventajas comparativas parecen indiscutibles, la implementación de esta tecnología es aún elevada en sus costos iniciales, por tanto es una limitante a considerar, en especial en los países en desarrollo.

Desventajas de la energía solar:

- Costo tecnológico inicial elevado
- La vida útil del banco de baterías es relativamente baja

Sin embargo, estas variables mencionadas, en ningún caso significan un impedimento en sociedades industrializadas generadoras de tecnología y la transferencia de esta a comunidades en desarrollo. La relevancia de esta energía alternativa sustentable, es que no produce un daño ambiental ya que carece de residuos y emisiones a la atmósfera.

2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica

Sitio, S. (2014), realiza la siguiente definición: “Este efecto consiste básicamente en la conversión en electricidad de la energía contenida en los fotones de luz cuando esta incide sobre un panel compuesto por materiales semiconductores”. (pág. 32).

A nivel doméstico es una opción muy interesante para cubrir gastos eléctricos moderados en viviendas aisladas de la red eléctrica general. Sin embargo no suele ser rentable para viviendas de grandes consumos si estos tienen acceso a la red eléctrica.

Ello es debido al alto precio de los componentes (paneles, baterías y conversores) y a la relativamente reducida potencia que los paneles son capaces de generar en proporción con su superficie.

En la figura 1 se puede observar un conjunto de paneles solares conectada a la red pública y es captado por la energía solar.



Figura 1. Energía solar fotovoltaica.

Fuente: <http://www.renova-energia.com/energia-renovable/energia-solar-fotovoltaica/>

2.2.2.1 Aplicaciones

Hogares con acceso a la red eléctrica general. En algunos países las compañías eléctricas están obligadas por ley a comprar la electricidad de origen fotovoltaico a tarifas mucho más altas que las de venta. De esta manera la energía captada se vende directamente a la red eléctrica a una tarifa alta, mientras se efectúa un consumo normal de la red a una tarifa baja. Así al ingreso obtenido por la venta de la energía se le resta el gasto por consumo de la misma red, quedando siempre un saldo positivo. Se

consigue una amortización de la instalación en pocos años, a partir de los cuales se genera un beneficio económico neto.

Bombeo de aguas subterráneas para riego que consiste básicamente en el empleo de paneles fotovoltaicos para alimentar la bomba convencional extractora de aguas subterráneas. Quizá la opción más rentable de esta tecnología ya que se utilizan pocos componentes y el uso puede ser muy prolongada en el tiempo.

2.2.3 Paneles Fotovoltaicos

Denominado panel solar o módulo fotovoltaico, su principal función es la de proporcionar energía a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico.

Un módulo fotovoltaico está formado por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0,5 Volt. Muchos tipos de módulos fotovoltaicos están disponibles en el mercado. Los módulos fotovoltaicos más comunes son los monocristalinos y los policristalinos; seguidos por los de silicio amorfo, de película delgada (son de sulfuro de cadmio y presentan un bajo rendimiento) y de Arsenuro de Galio (eficiente a altas temperaturas pero muy costoso debido a lo difícil que es conseguir el material). Los más utilizados son los módulos monocristalinos debido a su alto rendimiento y también debido a su disponibilidad en el mercado, nosotros consideraremos para la elección del panel a utilizar los de silicio monocristalino y los de silicio policristalinos debido a que son los mejores en cuanto valor vs rendimiento.

Los módulos fotovoltaicos deben ser elaborados de acuerdo a la norma internacional IEC-61215.

2.2.3.1 Tipos de Paneles Fotovoltaicos

Las células solares, o células fotovoltaica, más utilizadas son las formadas por una unión P-N y construidas con silicio monocristalino. Las células se fabrican de diferentes formas, obteniendo los siguientes tipos de paneles fotovoltaicos:

- **Monocristalino:** presenta una estructura cristalina completamente ordenada. Se obtiene de silicio puro fundido dopado con boro. Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.
- **Policristalino:** presenta una estructura ordenada por regiones separadas. Las zonas irregulares se traducen en una disminución del rendimiento. Se obtiene de la misma forma que el monocristalino pero con menos fases de cristalización (combinación de átomos). Se reconoce porque en su superficie se distinguen distintos tonos de azules y grises metálicos.
- **Amorfo:** presenta un alto grado de desorden y un gran número de defectos estructurales en su combinación química. Su proceso de fabricación es menos costoso que los anteriores (se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico). Tiene un color homogéneo.
- **De película delgada:** son las desarrolladas con sulfuro de cadmio (CdS) y sulfuro cuproso (Cu₂S). Su proceso de fabricación es sencillo pero su tecnología está poco desarrollada y ofrece un bajo rendimiento.
- **De arseniuro de Galio (GaAs):** se obtiene un elevado rendimiento con espesores muy pequeños y mantiene sus características ante elevadas temperaturas. Por el contrario, presenta un elevado costo de producción debido a que el material utilizado es poco abundante.

La utilización de células de tipo amorfo permite adaptarse a cualquier superficie, son de varios colores y translúcidas. Esta última característica favorece la integración en ventanas. En su contra, la potencia que se obtiene es inferior a las células que utilizan silicio monocristalino o policristalino. Las más utilizadas en instalaciones aisladas son las de silicio monocristalino por ofrecer un mejor rendimiento.

2.2.3.2 Partes de un Panel Fotovoltaico:

En la figura 2 se puede observar las partes de un panel fotovoltaico.

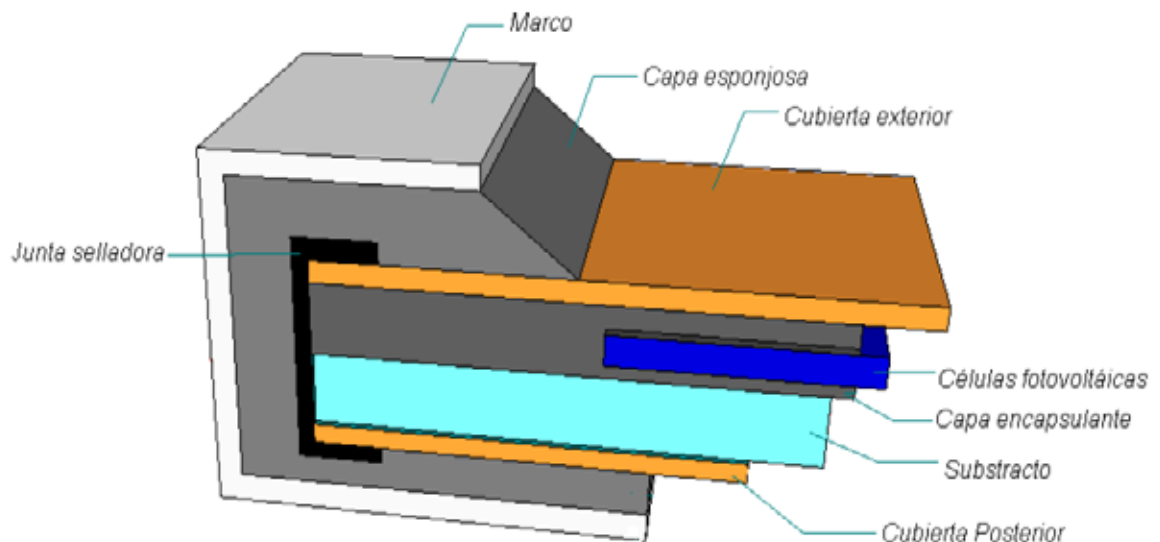


Figura 2. Estructura de un Panel Fotovoltaico

Fuente: Estudio de la Aplicación de Paneles Fotovoltaicos como fuente de energía alterna, en desarrollos de viviendas de interés social (Pág. 33)

Marco

El marco funciona para mantener unidas las capas que estructuran el panel fotovoltaico debido a que su rigidez ejerce presión sobre las mismas. Está hecho de aluminio anodizado para evitar su oxidación.

Cubierta exterior

Es la capa encargada de proteger a las células de los agentes atmosféricos, se suele construir en vidrio, debido a que este material tiene una alta durabilidad y permite transmitir muy eficientemente la radiación solar a las células. En la superficie externa, el cristal debe ser muy liso para evitar que se acumule suciedad. A diferencia de la superficie interna, que está en contacto con la capa encapsulante, debe ser rugosa para generar adherencia con dicha capa.

Capa esponjosa

Protege los bordes de vidrio de la capa exterior y también proporciona un cierre hermético para fijar la estructura del panel.

Junta selladora

Protege la estructura de la acción de la humedad, evitando así la oxidación de las conexiones internas.

Células fotovoltaicas

Están formadas generalmente por silicio. Este material es modificado químicamente para dar lugar a dos estructuras eléctricamente distintas entre sí, semiconductor tipo p (positivo) y semiconductor tipo n (negativo). Una vez que estos elementos se ponen en contacto, y se expone a la radiación solar, los fotones que transportan la energía de la luz solar, al incidir sobre ellos, generan una corriente eléctrica, convirtiendo así la célula fotovoltaica en una pequeña pila generadora de energía eléctrica. (Ver figura 3).

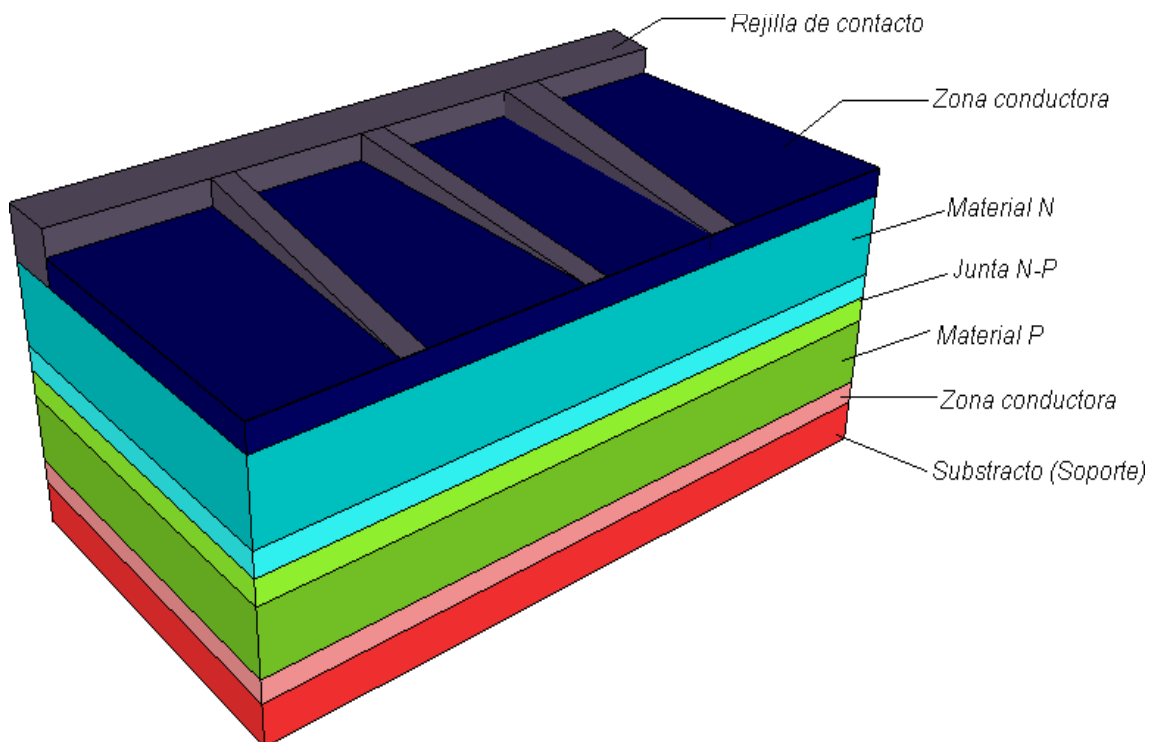


Figura 3. Estructura de una célula fotovoltaica

Fuente: Estudio de la Aplicación de Paneles Fotovoltaicos como fuente de energía alterna, en desarrollos de viviendas de interés social (Pág. 35)

2.2.4 Baterías

Las más utilizadas en sistemas fotovoltaicos son las baterías denominadas estacionarias, que se utilizan también como sistemas de alimentación ininterrumpida. La principal característica es que son capaces de permanecer largos periodos de tiempo totalmente cargados y, además, son capaces de resistir descargas profundas de forma esporádicas.

2.2.4.1 Tipos de baterías

Las baterías más adecuadas para sistemas fotovoltaicos son las de plomo ácido (baterías estacionarias), las cuales se pueden simplificar en los tres tipos siguientes:

- **Estacionarias monobloc:** como su propio nombre lo indica, está formado en un sólo bloque; es decir, no es necesario asociarlas para obtener los 12 volt y son de menor capacidad que las translúcidas o herméticas de un vaso o célula. Se utilizan en pequeñas instalaciones de poca potencia. Suelen tener un tamaño mayor que las utilizadas en vehículos, pero eso dependerá de la capacidad de la batería.
- **Estacionarias translúcidas o transparentes:** son baterías que se encuentran separadas en células pero el material que lo cubre permite ver el interior de la batería (transparente) o no (translúcida). Como son baterías de un vaso o célula su tensión es del orden de 2,2 volt, razón por la cual es necesario conectarlas en serie para obtener tensiones mayores. Este tipo de baterías son de mayor tamaño que las monobloc y de mayor peso y suelen ser distribuidas sin el electrolítico (ácido) para facilitar su instalación y deben ser rellenadas después de su colocación.
- **Estacionarias herméticas:** son las denominadas también sin mantenimiento; no se tiene acceso a su interior aunque sus características son las mismas, en relación con los materiales activos y las reacciones de carga y descarga. Este tipo de baterías pueden ser selladas gelificadas, presentan como características que el electrolítico es más denso, por lo que no se derraman y

pueden montarse en cualquier posición. Para conseguir esta densidad debe añadirse dióxido de silicio. Este tipo de baterías no requieren mantenimiento de recarga de líquido de su interior, pero no tienen un buen comportamiento ante descargas profundas. Otro tipo de batería que se utiliza en algunas instalaciones fotovoltaicas son la de níquel cadmio.

El uso de estas baterías se centra en instalaciones que requieran un alto nivel de fiabilidad o que trabajen a temperaturas muy extremas. Reciben esta denominación debido al material de cátodo, que es níquel hidratado y del ánodo, que es cadmio. Pero son muchos más costosos que las de plomo ácido y sus componentes son altamente tóxicos para el medioambiente.

2.2.5 Inversor

Su función es alterar la tensión y características de la intensidad que reciben, convirtiéndola en la adecuada para los usos que necesiten (suministro). Su función es la de transformar, CC/AC. El más utilizado en una instalación fotovoltaica aislada es del tipo CC/AC, que convierte la tensión del banco de batería a consumo de 120/208 volt de corriente alterna.

2.2.5.1 Tipos de inversores

Los inversores se pueden encontrar del tipo de onda modificada o los del tipo de onda pura:

- **Inversores de onda sinusoidal modificada (modify sine wave –MSW-):** estos inversores pueden alimentar a la mayoría de electrodomésticos. Sin embargo, esta forma de onda puede presentar algunos problemas de rendimiento con cargas inductivas (por ejemplo los motores). A pesar de estas limitaciones, son muy utilizadas debido a su reducido precio.
- **Inversores de onda sinusoidal pura (pure sine wave –PSW-):** estos inversores son los más sofisticados del mercado actual. Diseñada para reproducir la energía suministrada por las compañías eléctricas y son más costosos que los inversores de onda modificada.

2.2.6 Protecciones

Los dos principales elementos de protección son el termomagnético y el fusible, que sirven como disparo de protección ante cortocircuitos y sobretensiones.

2.2.6.1 Tipos de Protecciones

- **Fusible:** son dispositivos que se convierten en un circuito abierto cuando se sobrepasa cierto nivel de corriente. Están constituidos por material aislante (porcelana, plástico o cristal) con tapas de material conductor insertadas en el cuerpo aislante. Entre dichas tapas y en el interior del material aislante va instalado el elemento fusible, que suele ser un conductor que por efecto térmico debido al paso de la corriente se funde, convirtiéndose en un circuito abierto. Normalmente, en la parte del material aislante se indican las distintas características del fusible: la intensidad nominal, el voltaje y el tipo de fusible. Los fusibles utilizados en la parte de corriente continua son los denominados fusibles de fusión lenta, tipo gL-gG. Su función será la de proteger el cableado, el regulador, el inversor, etcétera.
- **Termomagnético:** un interruptor termomagnético es un dispositivo de protección ante cortocircuitos y sobrecargas. También se denomina disyuntor. Su función está basado en los efectos que se producen por la circulación de corriente eléctrica: térmico y magnético. Las características que definen el termomagnético son la tensión nominal, la intensidad (normalmente la nominal del equipo receptor), el poder de corte (se da en kA para una tensión determinada), el número de polos (número de conexiones) y la curva. También se puede incluir el tipo de activación: térmica, termomagnético, temporizada o por protección diferencial. Debido a lo costoso que son los termomagnético para corriente continua, estos se utilizarán para la parte alterna y para la parte continua se utilizaran los fusibles.

2.2.7 Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- **Parte de Mando:** suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.
- **Parte Operativa:** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

2.2.7.1 Partes de un Sistema de Automatización

- **Sistema:** un sistema es una combinación de componentes de manera armónica que actúan conjuntamente para realizar una tarea específica. Una componente es una unidad en particular en función de un sistema. De ninguna manera limitado a los aspectos físicos, el concepto de sistema se puede ampliar en fenómenos dinámicos abstractos, tales como los que se encuentran en la economía, el transporte, el crecimiento de la población y la biología. Un sistema se llama dinámico si su salida en el presente depende de una entrada en el pasado; si su salida en curso depende solamente de la entrada en curso, el sistema se conoce como estático. La salida de un sistema estático permanece constante si la entrada no cambia y cambia solo cuando la entrada cambia.

- **Disposición de un sistema autónomo:** un sistema autónomo cuenta con varios componentes que como su nombre lo dice hacen que un proceso tenga autonomía en toma de decisiones y que el conjunto de elementos que interactúan en el tengan plena armonía para realizar tareas específicas de manera adecuada.
- **Controlador:** es una de las partes fundamentales en el funcionamiento de un proceso automatizado ya que en el recae la toma de decisiones y el envío de instrucciones a los diferentes actuadores que se encuentran en el sistema, este envío de instrucciones depende en gran parte de las entradas y de los sensores que se encuentren en el proceso. Todo esto para que se ejecuten acciones correctivas o se realicen acciones secuenciales.
- **Planta:** sistema físico (mecánico, eléctrico, neumático, etc.) al cual se le controlan y se le monitorean, una o más variables pertenecientes a un proceso secuencial. Sensores o partes secundarias de control. Estos son los encargados de monitorear el proceso y los estados en los cuales se encuentra el proceso y son los encargados de enviar señales físicas y electrónicas para que se realicen tareas correctivas o simplemente se avance a la siguiente etapa del proceso.
- **Actuadores:** estos son elementos de un proceso automatizado de gran importancia ya que son los encargados de manifestar en acciones físicas la interpretación de señales que ha hecho el controlador ya sea para corregir algún inconveniente en el proceso o permitirle al mismo avanzar además estos elementos se pueden encontrar en un proceso como: motores, cilindros neumáticos, válvulas, pistones, ventiladores entre otros.

2.2.8 Sistemas de Control

En un sistema de aire acondicionado la función primordial de los controles es mantener las condiciones de diseño interior del ambiente (temperatura, humedad); tomando en consideración que el sistema frecuentemente opera a carga parcial, pero

es seleccionado para su operación en el día de diseño cuando se tiene la máxima carga térmica en dicho ambiente.

Todo sistema de control tiene 3 partes indispensables: operador, sistema de control y planta. El operador indica los parámetros deseados al sistema de control, con comandos que se transmiten a actuadores que realizan la acción solicitada, es decir, lleva al sistema a los parámetros deseados. El sistema retroalimenta información sobre su estado mediante sensores, con el fin de notificar el valor actual y definir si es necesario corregir algún parámetro o, por el contrario, indicar que se encuentra en el valor deseado. Por último dicha información es mostrada al operador mediante una HMI.

Dicho proceso se puede ver en la figura 4, y al analizarlo es claro que los sistemas de control buscan automatizar procesos industriales, es decir, se crean algoritmos para realizar tareas que son repetitivas en una planta.

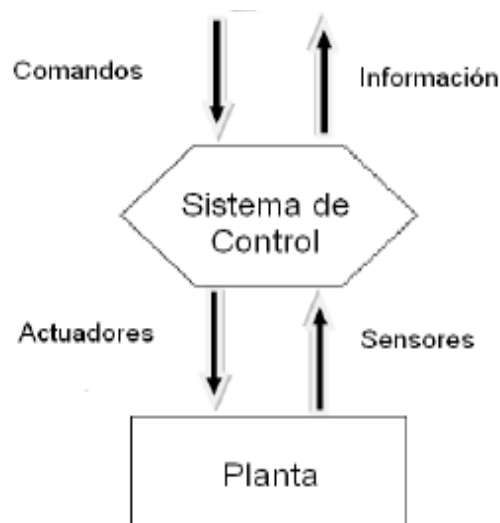


Figura 4. Esquema básico de un sistema de control.

Fuente: <http://www.equitek.com.mx/f/ERM-Enroscados-Tapa-Manual.jpg>

2.2.9 Controlador Lógico Programable

Es un dispositivo electrónico que se programa para realizar acciones de control automáticamente, básicamente es un cerebro que activa componentes de maquinarias para ejecutar tareas que pudieran ser muy lentas, imperfectas o peligrosas para el ser

humano. Estos dispositivos se usan en la actualidad en todo tipo de aplicaciones industriales, resolviendo requerimientos en control de procesos y secuencias de la maquinaria, dentro del sector industrial y ha penetrado las aplicaciones domésticas y comerciales con mayor auge en la última década. Según Delgado, E (2017) un PLC es lo siguiente:

Los “**PLC**” (**Programable Logic Controllers**), por sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos que puede programar, el proveedor que lo suministra o programadores que laboran en su empresa y personalizará este equipo con funciones automáticas según sus necesidades de control. Un PLC es un cerebro electrónico que acciona a otros componentes de su maquinaria para que ejecuten acciones que pudieran ser peligrosas o muy lentas al hacerlas manualmente.

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico de estado sólido que puede controlar un proceso o una máquina y que tiene la capacidad de ser programado o reprogramado rápidamente según la demanda de la aplicación. Fue inventado para reemplazar los circuitos secuenciales basados en relés que eran necesarios para el control de las máquinas. El PLC funciona monitoreando sus entradas, y dependiendo de su estado, activando y desactivando sus salidas. El usuario introduce al PLC un programa, usualmente vía Software, lo que ocasiona que el PLC se comporte de la manera deseada. (Observar figura 5).



Figura 5. Controlador Lógico Programable.

Fuente: <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

Los PLC son usados en muchas aplicaciones: Maquinado de piezas, Embaladoras, Manipulación de materiales, ensamblaje automático, y en general cualquier tipo de aplicación que requiera de controles eléctricos puede usar más bien un PLC.

2.2.9.1 Arquitectura Externa

Su arquitectura externa es la que permite comunicarse con los sensores y actuadores que se encuentran en la planta. Se identifican entre las principales partes tales como:

- Terminales de alimentación.
- Terminales de conexión de salidas.
- Leds indicadores del estado del PLC.
- Batería. Puerto de extensión (Modbus ASCII).
- Panel de leds indicadores del estado de E/S.
- Terminales de conexión de entradas.
- Memoria de EEPROM.
- Puerto de comunicación Tierra.

2.2.9.2 Arquitectura Interna

El PLC permite utilizar programas de programación para crear la lógica que controla un sistema. Las funciones de un PLC se repiten ordenadamente, para responder a cualquier cambio en las condiciones del sistema. (Ver figura 6).

El PLC ejecuta continuamente un ciclo automático, llamado “Tiempo de Barrido”. La Unidad de Procesamiento Central (CPU) del PLC se compone de cuatro unidades funcionales:

- Unidad de Entradas.
- Unidad de Salidas.
- Unidad Lógica.
- Unidad de Memoria.

Los cuatro unidades funcionales mencionadas anteriormente se comunican entre sí como lo muestra en la figura 6.

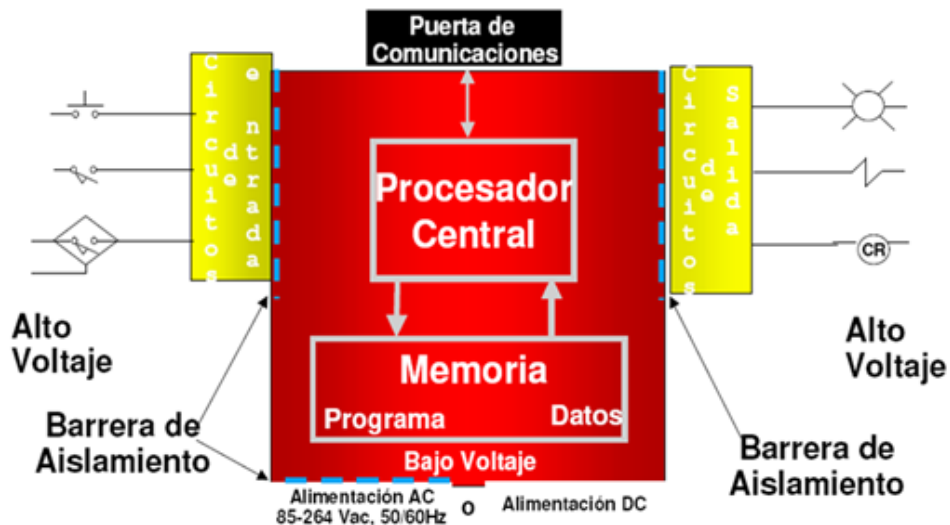


Figura 6. Unidades funcionales del PLC

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>.Pag 102

Las entradas y salidas son los elementos que conectan al procesador central (CPU) del PLC con el proceso que se va a controlar.

- **Unidad de Entrada:** proporciona el aislamiento eléctrico necesario y realiza el acondicionamiento de las señales eléctricas de voltaje, proveniente de los switches de contactos ON – OFF del campo o de convertidores analógicos digitales. Las señales se adecuan a los niveles lógicos de voltaje de la Unidad Lógica.
- **Unidad de Salida:** acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica, en los rangos de voltaje que le son propios y proporciona el aislamiento eléctrico de los switches de contactos, tiristores en señales digitales y por transistores en señales analógicas que se comandan hacia el campo.

- **Unidades de entradas y salidas:** son funcionalmente iguales a los bancos de relés, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada de los PLC son de estado sólido mientras que las salidas pueden ser de tipo relé como de tiristores dependiendo la acción que se necesita ejecutar en el campo si son salidas digitales y por transistores si son salidas analógicas.
- **Unidad Lógica:** está basada en un microprocesador, es el corazón del PLC. Ejecuta las instrucciones programadas en memoria, para desarrollar los esquemas de control lógico que se especifican. Dentro de la unidad lógica se encuentra la memoria que almacena los códigos de mensajes o instrucciones que ejecuta la unidad lógica. La memoria se divide en (PROM o ROM) que es solo de lectura y RAM que es de acceso aleatorio. Por medio de estas memorias, se puede utilizar un PLC en procesos diferentes sin necesidad de readecuar o transformar el equipo; solo se debe modificar el programa. Para el control de un proceso BATCH, se pueden almacenar varias recetas en la memoria y acceder aquellas que interesa.
- **Fuente de alimentación:** La principal función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía eléctrica al CPU y demás tarjetas según sea la configuración del PLC. En los circuitos interiores de una fuente de alimentación se transforma la tensión alterna de la red de suministro eléctrico a una tensión continua, en niveles que garanticen el funcionamiento correcto del hardware del PLC.

2.2.9.3 Programación del PLC.

Por su condición de programable, es necesaria la intervención de un operador humano que defina cómo ha de evolucionar el proceso y que intercambie información con el autómatas. El lenguaje de programación puede definirse como "el conjunto de símbolos y textos, entendibles por la unidad de programación, que utiliza el usuario para codificar sobre un autómatas las leyes de control que desea". Asimismo, el

lenguaje de explotación se definiría como "el conjunto de comandos y órdenes que, desde la CPU u otro terminal adecuado, puede enviar el usuario para conocer el estado del proceso, y en su caso para modificar alguna variable". En la tarea de programación del autómata, han de seguirse los siguientes pasos:

1. Establecer mediante un diagrama de flujo, una descripción literal o gráfica que indique qué es lo que se quiere que haga el sistema y en qué orden.
2. Identificar las señales de E/S del autómata.
3. Representar de forma algebraica (instrucciones literales o de textos) o gráfica (símbolos gráficos) un modelo del sistema de control con las funciones que intervienen, con las relaciones entre las mismas y con la secuencia a seguir.
4. Asignar a cada uno de los elementos que figuran en el modelo direcciones de E/S o internas.
5. Codificar la representación del paso 3 en instrucciones o símbolos entendibles por la unidad de programación (lenguaje de programación).
6. Transferir el conjunto de instrucciones escrito en la unidad de programación a la memoria del autómata.
7. Depurar, poner a punto el programa y guardar una copia de seguridad.

2.2.10 Lenguajes de Programación de un PLC.

Para controlar un determinado proceso, el autómata realiza sus tareas en base a una serie de sentencias o instrucciones establecidas en un programa que se escribe en un lenguaje de programación, estos lenguajes permiten simplificar la creación de programas debido a su fácil descripción de las instrucciones que ha de ejecutar el procesador.

La norma IEC 61131-3 es la encargada de estandarizar los lenguajes de programación, para definirla han participado empresas internacionales con experiencia en el área de automatización industrial. El resultado ha sido tablas de características con la especificación de la sintaxis y semántica unificada de lenguajes de programación, incluyendo el modelo de software global y sus lenguajes estructurantes.

2.2.10.1 Lenguajes gráficos

Son la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a la sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control, estos son:

- Diagrama de Escalera o contactos (Diagram Ladder, LD).
- Diagrama de Bloques Funcionales (Function Block Diagram, FBD).

2.2.10.2 Lenguajes textuales

Son el conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida, se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y se utilizan para programar pequeños PLC cuyos programas no son muy complejos en modo gráfico, ellos son:

- Lista de Instrucciones (Instruction List, IL).
- Texto Estructurado (Structured Text, ST).

2.2.10.3 Gráfico funcional secuencial (SFC)

Llamado también Grafcet, es un lenguaje gráfico que describe las secuencias de un proceso y de un programa de control. Los elementos básicos son etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción que permiten realizar el control del proceso, y cada transición va asociada a una condición de transición que cuando se cumple causa la desactivación de la etapa anterior y la activación de la siguiente. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

2.2.11 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface)

Por medio de esta se presentan los datos a un operador (humano), y este controla todo el proceso el cual se hace por medio de un ordenador. La interfaz de usuario dispone de dos medios que son:

- Ü **Entrada:** que permite al usuario manipular un sistema.

Ü **Producto:** el cual reproduce las órdenes que el operario haya asignado al proceso.

2.2.11.1 Tipos de Interfaz

Actualmente los siguientes tipos de interfaz son conocidos:

- **Interfaz gráfica de usuario (GUI Graphics User Interfaces):** que permiten comunicarse con el ordenador de una forma muy rápida e intuitiva.
- **Touch interfaces:** son interfaces gráficas de usuario mediante una pantalla táctil con una combinación de dispositivos de entrada y salida. Se utiliza en muchos tipos de procesos industriales, máquinas de autoservicio, etc. Hay que tener en cuenta que un sistema SCADA realiza un control supervisorio y de adquisición de datos, de ahí su nombre mientras que un HMI es una interface Hombre Máquina que usualmente es para visualización del proceso y arranque y para de las máquinas.

2.2.11.2 Pantallas HMI

Los sistemas Human Machine Interface (HMI). Es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina se están masificando cada vez más a nivel industrial. Esta tendencia se debe principalmente a la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.

Clasificación de la gama Simatic HMI Basic Paneles.

- KP300 básica mono.
- KTP400 básica mono.
- KTP600 básica mono.
- KTP600 color básica.
- KTP1000 color básica.

Características del HMI

- HMI Basic funcionalidad para el entorno de PROFIBUS o PROFINET.
- Alternativa de bajo precio a los paneles de la serie 170.

- Puede ser utilizado en todo el mundo con 32 idiomas configurables (de las cuales 5 son en línea conmutable).
- Teclas configurables con retroalimentación táctil.
- Funcionalidad HMI básica (sistema de alarmas, gestión de recetas, funcionalidad de curvas de tendencia y cambio de idioma).
- Configuración con SIMATIC WinCC flexible y WinCC 11 BASIC.
- Se puede remplazar o añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria.
- El cableado y la interconexión es muy baja que sustituyen sistemas cableados estos pueden ser: elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, led, por sistemas compactos.
- Es muy corto el sistema de implementación.

2.2.12 Software STEP 7 BASIC V11

Es el software de ingeniería más conocido y utilizado en la automatización industrial en todo el mundo. La misma que ha facilitado la automatización de varios procesos industriales, optimizando tiempos de producción, aumentando la producción, disminuyendo costos con la mínima intervención del operario.

Además, cabe recalcar que el software STEP 7 BASIC V11 es exclusivo de SIEMENS. (Ver figura 7)



Figura 7. Software STEP 7 BASIC V11.

Fuente: (I IA AS S MP, 2012 pag. 4)

Con el STEP 7 BASIC V11, la gestión de variables es una tarea de fácil resolución, una vez definidas las variables quedan directamente a disposición de todos los editores. Además garantiza la propagación inmediata de todas las modificaciones de variables en el conjunto del proyecto.

El interface de usuario del software STEP 7 ha sido diseñado siguiendo los criterios ergonómicos más avanzados, lo que permite conocer rápidamente sus funciones. La documentación del software STEP 7 contiene la información completa en la Ayuda en pantalla y en los manuales electrónicos en formato PDF.

Este programa está compuesto por los siguientes elementos:

- **Barra de menús:** Permite ejecutar funciones utilizando el ratón o combinaciones de teclas. El menú Herramientas se puede personalizar agregando aplicaciones propias. Barras de herramientas: Permiten acceder fácilmente con el ratón a las funciones de STEP 7-Micro/WIN 32 utilizadas con frecuencia. El contenido y el aspecto de cada una de las barras de herramientas se pueden personalizar.
- **Barra de navegación:** Incorpora grupos de botones para facilitar la programación: "Ver": Seleccione esta categoría para visualizar los botones Bloque de programa, Tabla de símbolos, Tabla de estado, Bloque de datos, Bloque de sistema, Referencias cruzadas y Comunicación. "Herramientas": Seleccione esta categoría para visualizar los botones del Asistente de operaciones y del Asistente TD 200.
- **Árbol de operaciones:** Ofrece una vista en árbol de todos los objetos del proyecto y de todas las operaciones disponibles en el editor de programas actual (KOP, FUP o AWL). Para insertar unidades de organización del programa adicionales (UOP), en el área de proyectos del árbol, haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta en cuestión. Asimismo, puede pulsar el botón derecho del ratón en una UOP individual para abrirla, cambiar su nombre, borrarla o editar su hoja de propiedades. Estando en el área de

operaciones del árbol, puede hacer clic con el botón derecho del ratón en una carpeta o en una operación individual, con objeto de ocultar el árbol entero. Tras abrir una carpeta de operaciones, puede insertar operaciones en la ventana del editor de programas (sólo en KOP y FUP, no en AWL), haciendo doble clic en la operación en cuestión o utilizando el método de arrastrar y soltar.

- **Tabla de variables locales:** Contiene asignaciones hechas a las variables locales (es decir, a las variables utilizadas por las subrutinas y las rutinas de interrupción). Las variables creadas en la tabla de variables locales utilizan la memoria temporal. El sistema se encarga de gestionar la asignación de direcciones. Las variables locales sólo se pueden utilizar en la unidad de organización del programa (UOP) donde se hayan creado.
- **Editor de programas:** Contiene la tabla de variables locales y la vista del programa correspondiente al editor (KOP, FUP, o AWL) que se esté utilizando en el proyecto actual. En caso necesario, la barra de división se puede arrastrar para ampliar la vista del programa y cubrir la tabla de variables locales. Si se han creado subrutinas o rutinas de interrupción además del programa principal (OB1), aparecerán fichas en el lado inferior de la ventana del editor de programas. Para desplazarse entre las subrutinas, las rutinas de interrupción y el programa principal (OB1) puede hacer clic en la ficha en cuestión.

2.3 Bases Legales

El presente trabajo de investigación se fundamenta bajo el siguiente marco legal:

2.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

De acuerdo a la CRBD, en su artículo 112. (De los Derechos Económicos), el Estado garantizara la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, impulsando el desarrollo integral del país. Por otro lado, las ventajas que tienen los

sistemas fotovoltaicos en los efectos sobre el ambiente, permite al Estado el uso y la aplicación de ellos en las comunidades, bajo el marco legal del artículo 127. (De los Derechos Ambientales), el cual señala que “es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. Así mismo menciona que es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

2.3.2 Ley Orgánica del Ambiente

Establece en su artículo 1. (Disposiciones Generales) las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. Así mismo, en su artículo 34. (De la Educación Ambiental), la LOA establece que se debe promover y desarrollar conocimientos en los ciudadanos, sobre educación ambiental que reflejen alternativas de solución a los problemas socio-ambientales, contribuyendo así al bienestar social.

2.3.2 Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico

Por su parte esta ley menciona en el capítulo I, artículo 2. (Aspectos Básicos), que el Estado velará porque todas las actividades que constituyen el servicio eléctrico se realicen bajo los principios de equilibrio económico, confiabilidad, eficiencia, calidad, equidad, solidaridad, no-discriminación y transparencia, a los fines de garantizar un suministro de electricidad al menor costo posible y con la calidad requerida por los usuarios. Las actividades que constituyen el servicio eléctrico deberán ser realizadas considerando el uso racional y eficiente de los recursos, la

utilización de fuentes alternas de energía, la debida ordenación territorial, la preservación del medio ambiente y la protección de los derechos de los usuarios.

2.3.3 Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía

Esta Ley tiene por objeto promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización, así como el uso final de la energía, a fin de preservar los recursos naturales, minimizar el impacto ambiental y social, contribuir con la equidad y bienestar social, así como, con la eficiencia económica del país, mediante el establecimiento de políticas enfocadas en el uso racional y eficiente de la energía, la educación energética, la certificación de eficiencia energética y la promoción e incentivos para el uso racional y eficiente de la energía (Capítulo I, artículo 1).

2.4 Definición de términos básicos

Actuadores: estos son elementos de un proceso automatizado de gran importancia ya que son los encargados de manifestar en acciones físicas.

Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

Controladores: Dispositivos electrónicos con fin de lograr que una máquina o dispositivo funcione mediante mandos.

Interfaz: Es el mecanismo o herramienta que posibilita esta comunicación mediante la representación de un conjunto de objetos, iconos y elementos gráficos que vienen a funcionar como metáforas o símbolos de las acciones o tareas que el usuario puede realizar en la computadora.

PC: solo envía y/o recibe señales digitales.

PLC: computador lógico programable.

Proceso: Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno o hecho complejo.

Programación: la programación refiere a la acción de crear programas o aplicaciones, a través del desarrollo de un código fuente, el cual se basa en el conjunto de instrucciones que sigue el ordenador para ejecutar un programa.

Señal de control: es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya o elimine el error.´

Sistema: Conjunto de cosas ordenadas y relacionadas entre sí. Método o grupo de órganos que regulan una función.

Software: está compuesto por un conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico de la investigación se puede definir como la explicación de los mecanismos que se utilizan para analizar la problemática que se presente en una investigación. Arias, F. (2012), según el marco metodológico expresa que: “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado.” (pág. 110).

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de Investigación dependiendo de los fines que se persigan se clasifican en tres tipos o métodos de investigación: la descriptiva, la exploratoria y la explicativa. Sin embargo este proyecto de investigación se basa en Propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización

Con lo que respecta al tipo de investigación, Tamayo, M (2003) expresa que una investigación descriptiva “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.”

El autor Arias, F. (2012) afirma que: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se

ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (pag.24).

En relación con lo expresado anteriormente, se dice que la presente investigación se puede calificar como documental – descriptiva, ya que la misma, constituye un estudio sistemático de investigaciones previas ya comprobadas, y a su vez, se realiza bajo el esquema de un proyecto factible, cuyo enfoque se centra en la posibilidad de llevar teorías generales al ámbito práctico, y cuyo esfuerzo se destina a la implantación de propuestas, que pueden materializarse y brindar soluciones a problemas que se plantean en la sociedad, lo cual en este caso es respaldo de energía eléctrica.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es el conjunto de directrices que toma el investigador con el fin de observar, analizar y plantear una solución de ser posible a la problemática objeto de la investigación. Según el autor (Palella y Martins (2010), define:

“El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa”. (pag.86).

Según el autor Palella y Martins (2010), define: La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta. (pag.88)

3.3. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación se refiere según Arias, F (2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”. Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o problema planteado. Tomando en cuenta el tipo de investigación, se conocerá el nivel en el cual se basa todo el estudio. También el nivel permite saber qué factores tienen que intervenir para el desarrollo de toda la investigación.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, el nivel de investigación que se emplea es Exploratoria, definido por el autor Arias, F (2012) como “la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto es decir un nivel superficial de conocimientos.

3.4 Población y Muestra

3.4.1. Población

La población es todo individuo de características considerables en las estadísticas de una investigación. Arias, F. (2010), realiza la siguiente definición:

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (pág. 81).

3.4.2. Muestra

La muestra es todo aquel subconjunto considerado en una determinada población, a la cual se aplicará la posterior técnica de recolección de datos. Según Arias, F. (2012), expresa que: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (pág. 83).

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Es el medio por el cual el investigador facilita la recolección de datos, valiéndose del mismo para obtener la información necesaria. Hurtado, J. (2010), concluye que:

“Los aspectos metodológicos se desarrollan a lo largo del marco metodológico y se evidencian en las técnicas utilizadas para la recolección de datos y para el análisis de resultados... Las técnicas son modos específicos de hacer algo. Por ejemplo, algunas técnicas de recolección de datos son la entrevista y la observación”. (pág. 105 y 110).

La presente investigación, tiene como técnica la entrevista estructurada, la cual, según Arias, F. (2012) define que:

“Es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas, aunque también puede emplearse el grabador o la cámara de video”. (pág. 73).

Por ello, es importante destacar que los investigadores utilizarán la entrevista estructurada como técnica de recolección de datos, seleccionando la muestra finita antes planteada, para así aplicar la misma, obteniendo entonces los resultados que se desean lograr.

De igual forma, la observación directa es un método por el cual el investigador se vale para obtener, tal y como lo dice su nombre, la información directa del análisis que se desea desarrollar. Hurtado, J. (2010) cita: “La observación directa y natural de los hechos es el punto de partida del método del empirismo. Según Mijares esta observación debe hacerse dejando de lado los prejuicios, a los que este autor llamó ídolo”. (pág. 112).

El presente trabajo de investigación se vale de la observación directa, específicamente en la Urbanización Las Morochas, en el municipio San Diego del Estado Carabobo. De esta manera se podrá obtener un posible diagnóstico de todas

las variables operativas para el diseño del respaldo fotovoltaico integrado a la red eléctrica de la Urbanización las Morochas.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento sirve como recurso material que se relaciona con el individuo al cual se le hace el análisis. Para Arias, F. (2012), los instrumentos: “Son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario, guía de entrevista, lista de cotejo, escalas de actitudes u opinión, grabador, cámara fotográfica o de video, etc.”. (pág. 111)

En la presente investigación, tiene como instrumento de recolección de datos la ficha de registro de información que será diseñada por los autores. Esta ficha será diseñada tomando en consideración los objetivos de la investigación, a su vez estará constituida por preguntas cerradas, dicotómicas. Cabe destacar que dicho instrumento será empleado a la muestra determinada.

3.6 Fases de la Investigación

Fase I: “Diagnosticar la situación actual en el sistema de distribución de eléctrico en la urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo”.

Actividades:

- Se realizó la evaluación y observación directa para el diagnóstico del sistema de la red eléctrica en la Urbanización Las Morochas.
- Se realizó la revisión documental del funcionamiento de un sistema de respaldo de energía fotovoltaico.

Fase II: “Seleccionar los componentes para el diseño del Sistema Alternativo de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, estado Carabobo”.

Actividades:

- Se tomó una lista de todos los componentes que se utilizan para el diseño de un sistema Alternativo de Energía Fotovoltaico.

- Se seleccionó el tipo de PLC necesario para poder realizar la automatización del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico.

Fase III: “Diseñar la Automatización del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San diego, estado Carabobo”.

Actividades:

- Mediante la información obtenida, se realizó la selección de automatización para dicho proceso, para que sea posible su futuro desarrollo.
- Se realizó el diagrama de escalera de la programación del PLC.

Fase IV: “Realizar un estudio de factibilidad, económico, social y ambiental, para el Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San diego, estado Carabobo”.

Actividades:

- Se evaluó la factibilidad económica sobre la automatización e instrumentos a utilizar para que sea posible su futuro desarrollo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual en el sistema de distribución de eléctrico en la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

4.1.1 Observación directa.

La red de distribución del sistema eléctrico es una situación que ha generado inconformidad en los usuarios en el estado Carabobo, resultando notablemente afectados los habitantes la urbanización Las Morochas del municipio San Diego, quienes se han visto en la obligación de denunciar la problemática a través de los medios de comunicación de la entidad, donde señalan estar en contra de las decisiones del Estado venezolano de realizar los cortes programados del servicio eléctrico.

Esta comunidad es una de las más antiguas y pobladas del municipio, está compuesta por 2 sectores, los cuales cuentan con alrededor de 160 familias cada uno y debido a la cantidad de habitantes, es una de las comunidades que presenta alto consumo eléctrico y por lo tanto es donde se hacen más notorios los cortes programados del servicio en comparación a otras zonas residenciales de dicha localidad, pero esto resulta contraproducente, ya que tomando en cuenta el número de población se requiere de un servicio eléctrico eficiente, debido a que allí se encuentran escuelas, centros asistenciales de salud, supermercados, panaderías, entre otros establecimientos que son de suma importancia para la sustentabilidad y calidad de vida de los habitantes.

Sin embargo, actualmente en la Urbanización Las Morochas el servicio eléctrico se ha visto quebrantado en los últimos años y con más frecuencia en los últimos meses, se han estado presentado cortes programados de electricidad por

parte del Estado que han afectado de manera considerable las condiciones habituales de los usuarios. Por lo que fue necesario realizar un cuadro de horario de tal manera que reflejara en qué momento la Urbanización las Morochas se quedaba sin servicio eléctrico. El cuadro 1 se entiende por los bloques de color rojo que la urbanización las Morochas queda sin servicio eléctrico durante ese horario, es por esto que los habitantes de esta urbanización se ven muy afectados a los cortes de electricidad ya que semanalmente están presentando fallas de al menos 32 horas semanales.

Cuadro 1. Horario de Cortes de Electricidad de la Urbanización Las Morochas

Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00 – 9:00 am							
9:00-11:00 am							
11:00-1:00 pm							
1:00 - 3:00 pm							
3:00 - 5:00 pm							
5:00 – 7:00 pm							
7:00 - 9:00 pm							
9:00-11:00 pm							
11:00-1:00 am							
1:00-3:00 am							
3:00-5:00 am							
5:00-7:00 am							

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Ante lo expuesto, se puede destacar que la Urbanización las Morochas debe implementar medidas y buscar posibles soluciones ante esta problemática, como una mayor inversión económica para mejorar las condiciones del servicio en el cual se encuentra la urbanización. Por lo cual un sistema de respaldo de energía fotovoltaico es una solución ante este problema que presenta la Urbanización.

Si bien es cierto un sistema de energía fotovoltaico es una de las soluciones para la problemática planteada en el trabajo de grado, por eso es importante para poder terminar el diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución eléctrico en la Urbanización Las Morochas realizar un estudio de carga. Por lo que para empezar con el cálculo es necesario adquirir los datos de potencia, corriente y voltajes de los electrodomésticos. Para esto se consultó el dato de placa de las cargas eléctricas a utilizadas en una vivienda con el fin de establecer un aproximado de la potencia que consume cada uno los mismos en las viviendas.

Cuadro 2. Estudio de cargas

Electrodoméstico	Potencia contratada	Tipo de utilización al día	Tiempo de utilización al mes	Consumo eléctrico al mes
Cocina Eléctrica	1,2kW	2 horas al día.	60 horas al mes.	72kWh.
Nevera	0,29kW	9 horas al día	270 horas al mes.	78,3kWh.
Lavadora	0,33kW	1 horas al día.	30 horas al mes.	9,9kWh.
Plancha	0.9kW	1 horas al día.	30 horas al mes.	27kWh.
Horno eléctrico	1,3kW	1 horas al día.	30 horas al mes.	39kWh.
Televisión	0,156kW	8 horas al día.	240 horas al mes.	37,44kWh.
Alumbrado	0,24kW	10 horas al día.	300 horas al mes.	72kWh.
Computadora	0,01kW	6 horas al día	180 horas al mes.	1,8kWh.
Microondas	1,2kW	0.5 horas al día.	15 horas al mes.	18kWh.
Aire acondicionado	1,35kW	8 horas al día.	240 horas al mes.	324kWh.
Total	7.576kW			227.28kWh.

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Una vez establecido los datos de potencia de las cargas más comunes en las viviendas se procede a realizar un levantamiento de información que nos permite saber la cantidad de elementos posibles a conectar al sistema a desarrollar. (Ver cuadro 2).

Después de realizar el diagnóstico del sistema actual en el sistema de distribución eléctrico en la Urbanización de las Morochas se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Se recolecto la información en el área de estudio a través de la observación directa, con el fin de obtener los datos sobre el sistema de distribución eléctrico en la Urbanización de las Morochas.
- Se pudo determinar que el sistema actual eléctrico está presentando fallas de al menos 32 horas semanales aproximadamente, lo cual esto puedo decir que puede ser menos horas o más horas semanales, dependiendo de la falla que puede ocurrir en el Estado de Carabobo.
- Mediante el estudio de carga que se realizó en la vivienda se pudo conocer la potencia instalada, con estos datos se establece el tiempo que permanecen encendidos los equipos y así se determinara el consumo de potencia diario.
- Se concluyó que el consumo eléctrico al mes es de 227.28kWh y aproximadamente diario es de 7.576kWh en una vivienda de 4 personas.

4.1.2 Revisión documental del funcionamiento de un Sistema de Respaldo de energía Fotovoltaico.

4.1.2.1 Panel Solar

El panel solar es el elemento encargado de tomar la radiación solar y convertirla en energía eléctrica. Para entender su funcionamiento, se puede abordar un modelo matemático que describa la respuesta eléctrica del panel solar frente a dos condiciones, la temperatura en la superficie del panel (en °C) y la irradiación solar incidente (en W/m²). La representación del modelo matemático se puede hacer de dos formas, usando el modelo de un diodo o el modelo de dos diodos; de los cuales, el primero es más usado en las investigaciones, debido a que reduce la complejidad de ecuaciones matemáticas mientras mantiene una descripción aceptable. Por tanto, dicho modelo se escoge para esta investigación debido a que tiene cualidades suficientes para perseguir el objetivo general.

El esquema eléctrico de la celda solar se muestra en la figura 8 y la conexión de varias de estas celdas conforma un panel solar de mayor potencia.

Figura 8. Circuito equivalente de un diodo para la celda fotovoltaica

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 8

El valor de la corriente de salida I y el voltaje de salida V del panel, se establece mediante la relación:

$$I = I_{ph}$$

voltaje de salida; i_s como la corriente de entrada; i_o como la corriente de salida y Q como el interruptor que funciona mediante un valor binario. Así; si $Q = 1$, el interruptor se cierra y conduce en un tiempo T_{on} ; mientras que si $Q = 0$, el interruptor se abre y no conduce en un tiempo T_{off} . Adicionalmente, el inductor L reduce la ondulación de la corriente de salida y determina si el convertidor trabaja en modo de conducción continua (CCM), al no descargarse, o en modo de conducción discontinua (DCM), cuando se descarga. Finalmente el capacitor C reduce el rizado del voltaje de salida.

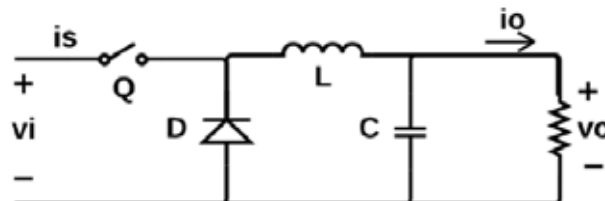


Figura 9. Modelo eléctrico del convertidor DC/DC

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 9

4.1.2.3 Inversor DC/AC

Este elemento se encarga de convertir un nivel de tensión en forma DC en un nivel de tensión AC. El modelo más común en la literatura para inversores monofásicos es el esquema mostrado en la Figura 10.

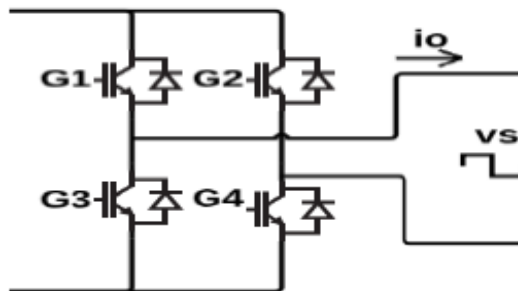


Figura 10. Puente de Interruptores IGBT

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 10

El esquema básico del inversor consta de cuatro interruptores IGBT que se activan y desactivan de forma sincronizada para tomar el voltaje DC y convertirlo en una señal

cuadrada AC. Como la salida del inversor es una onda cuadrada, se debe adicionar un filtro pasa-bajo para eliminar los armónicos producidos por los interruptores y dar una forma de onda de tensión adecuada para las cargas, especialmente en SFV interconectados, como se muestra en la figura 11.

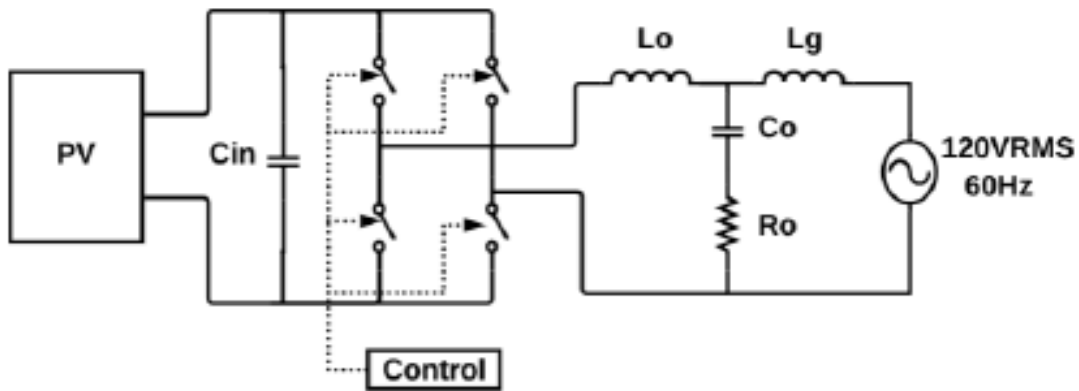


Figura 11. Configuración Inversor Interconectado

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 11

Dependiendo del tipo de configuración del SFV, la señal de control de los interruptores puede variar. En primera instancia; en la configuración aislada, el controlador compara una onda seno de referencia con una onda triangular moduladora para generar los pulsos y activar los interruptores. Por otro lado, para los SFVs de configuración interconectada es necesario implementar un control más especializado ya que se debe tomar la potencia del lado DC e inyectarla a la red; para lo cual, el inversor debe sincronizar la corriente y adecuar la energía con la calidad exigida por la normatividad técnica correspondiente. Para esto, el controlador de los interruptores mide el voltaje en la red para determinar su frecuencia y fase mediante un PLL (phase-locked loop); y también, se mide la corriente de la red y el voltaje DC entregado por los paneles para determinar la potencia activa que el inversor puede entregar. Determinar la potencia activa es necesario, puesto que se debe compensar la potencia reactiva que se produce en el filtro de salida por los componentes inductivos y capacitivos. Luego, se utiliza la

Transformada de Park para determinar el voltaje y la corriente V_{dq} e I_{dq} , respectivamente; y construir la onda seno de referencia al modulador PWM que entrega las señales a cada interruptor IGBT.

4.1.2.4 Filtro LCL

En la salida de cada inversor se conecta un filtro pasivo paso-bajo para eliminar los armónicos producidos por las altas frecuencias de conmutación de los interruptores y entregar una tensión con una forma de onda más cercana a una senoidal. Los filtros más comunes en la literatura son el LC y el LCL; de los cuales, el LCL tiene un mejor rendimiento en etapas de baja frecuencia, porque disminuye los armónicos a una tasa de 60dB/década comparado con otros (20dB/década) y el valor de los componentes es menor; por lo tanto, es seleccionado para este trabajo. Si bien este filtro consta básicamente de las inductancias L_o , L_g y el capacitor C_o , como se muestra en la figura 12; se requiere de un método de amortiguamiento para suavizar un pico de ganancia de magnitud en su frecuencia de resonancia tal como se observa en la figura 13.

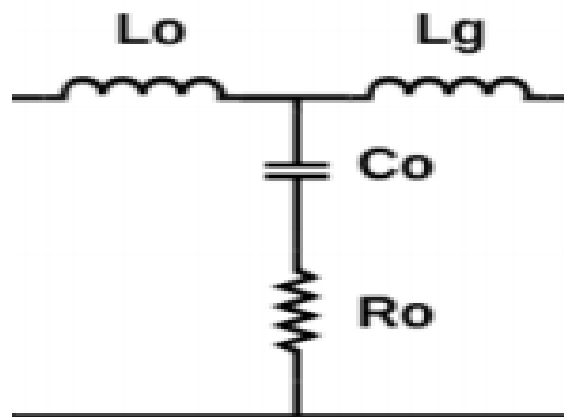


Figura 12.Configuración del filtro LCL con amortiguación

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 12

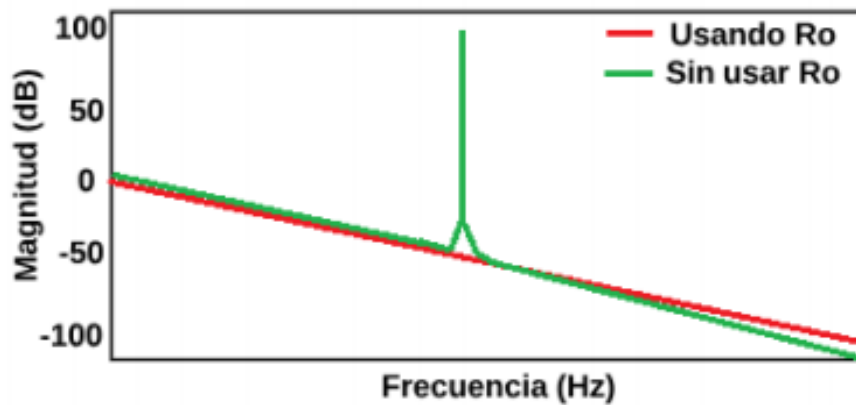


Figura 13. Respuesta en frecuencia del filtro LCL con amortiguación y sin amortiguación.

Fuente: Modelado y simulación de un sistema de control para un módulo de energía solar fotovoltaica en conexión isla. Pág. 11

4.2 Fase II: Seleccionar los componentes para el diseño del Sistema Alternativo de Energía Fotovoltaica, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, estado Carabobo.

Conociendo los resultados obtenidos en la fase I se procederá a seleccionar los componentes para el diseño del Sistema Alternativo de la Energía Fotovoltaica. El cual poseerá las características mínimas y necesarias para que el diseño sea eficiente. Para esta elección se han tenido en cuenta el cumplimiento de las especificaciones anteriormente estudiadas además de otros factores como el tamaño y precio.

4.2.1 Dimensionamiento del Diseño del Sistema Alternativo de Energía

Para realizar la selección de los componentes es importante realizar un dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaica el cual está basado en la combinación de la carga y las pérdidas en el sistema. Se denomina dimensionamiento porque, en función de una instalación a la que se tiene que suministrar energía, se calcula el número de módulos fotovoltaicos, la capacidad del banco de baterías, las protecciones, el inversor, regulador de carga, entre otros. Es por esto que, para la salida de servicio de la red eléctrica nacional, el arreglo solar está diseñado para

suministrar la potencia necesaria en horas nocturnas o en horas diurnas con poca radiación solar por un periodo de ocho (8) horas.

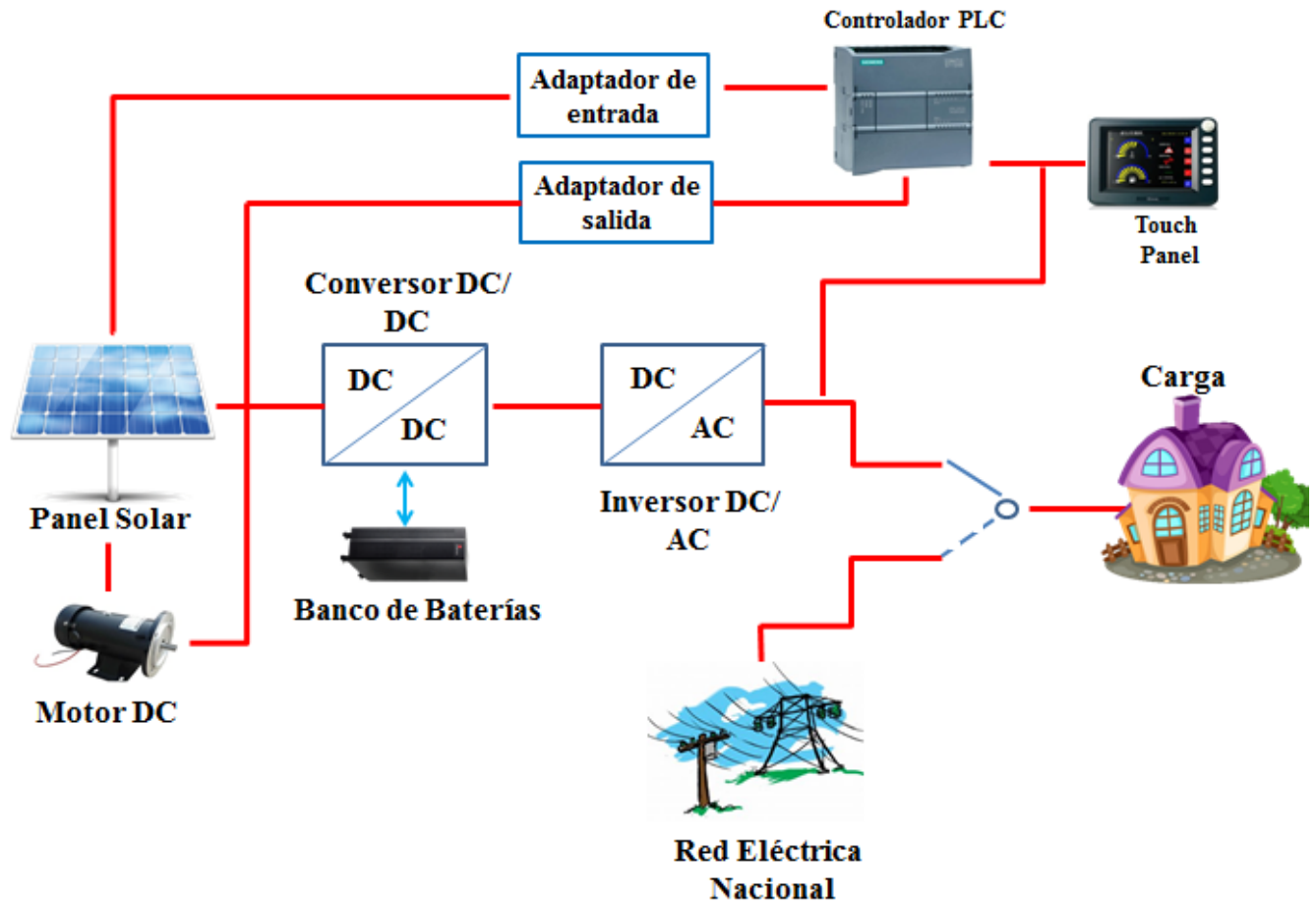


Figura 14. Bosquejo del diseño del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 14 se puede el bosquejo del sistema alterno de Energía Fotovoltaico el cual por una parte muestra el control de posición del panel solar, este control sirve para captar la mayor cantidad de energía solar y mover el panel solar a través de un motor DC es de 24V alimentado por la fuente de voltaje con entrada 110VAC y salida 24VDC 5A, el motor da movimiento giratorio en sentido Este y Oeste y viceversa haciendo cambios de giros para el panel solar.

Por otro lado el panel solar está conectado a convertidor DC/DC y este a su vez al inversor DC/AC, el cual da una salida de voltaje de 110VAC que alimenta las cargas, el controlador PLC y el touch panel HMI.

Es importante para el dimensionamiento saber cual es la irradiación solar o el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol en todo el largo del país. Para la obtención de estos valores fueron obtenidos a través de una base de datos proporcionado por el programa PVsyst el cual a través de este programa podemos obtener valores detallados por mes sobre la irradiación horizontal global, irradiación difusa horizontal, temperatura, velocidad del viento, turbidez Linke, humedad relativa. En nuestro caso se utilizó la variable de irradiación horizontal global el cual es una unidad que se mide en W/m² que sirve para descubrir la potencia incidida por unidad de superficie. En la figura 15 que se mostrara a continuación, se observan los valores a prueba de resultados obtenidos del programa PVsyst.

Coordenadas geográficas Meteo mensual Mapa interactivo						
Sitio	Caracas/La Carlota (Venezuela)					
Fuente de datos	MeteoNorm 7.2 station					
	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	4.14	2.26	24.8	2.50	2.900	71.2
Febrero	4.53	2.24	24.2	2.80	3.100	68.7
Marzo	4.60	2.55	24.8	2.80	3.400	66.2
Abril	4.47	2.65	24.9	2.50	3.800	69.8
Mayo	4.45	2.56	24.9	2.30	3.500	71.7
Junio	4.47	2.49	24.1	2.20	3.600	75.5
Julio	4.49	2.79	24.1	2.10	3.400	74.9
Agosto	4.81	2.58	24.2	2.00	3.200	77.0
Septiembre	4.59	2.28	24.2	1.90	3.000	77.7
Octubre	4.29	2.05	24.6	1.80	3.100	76.4
Noviembre	3.95	2.18	24.5	1.90	3.000	75.6
Diciembre	3.69	1.84	23.8	2.20	2.900	68.7
Año	4.37	2.37	24.4	2.2	3.242	72.8
	Pegar	Pegar	Pegar	Pegar		

Figura 15. Valores de irradiación horizontal global en Venezuela
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Para realizar el dimensionamiento se determinó el mes más desfavorable de radiación, se observa que es en diciembre con 3,69 kWh/m²/día. De forma que dimensionaremos la instalación para las condiciones mensuales más desfavorables de insolación, y así nos aseguramos que cubriremos la demanda durante todo el año.

Entonces una vez conocido la radiación solar incidente, la dividimos entre la radiación solar incidente que es utilizada para calibrar los módulos, la cual es de 1 $\frac{kW}{m^2}$, y obtendremos la cantidad de horas sol pico (HSP). A efectos prácticos en nuestro caso este valor no cambia, pero utilizaremos el concepto de HSP (horas sol pico) que es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de 1000 $\frac{kW}{m^2}$, para obtener la insolación total de un día, ya que el sol varía la intensidad a lo largo del día.

$$HSP = \frac{\text{radiación solar}}{1 \frac{kW}{m^2}} = 3,69 \text{ HSP}$$

Obteniendo el dato real del consumo de energía conseguido en la fase I siendo este de 227.28 kWh por mes, se realiza una conversión para saber el consumo de energía diario el cual es de 7.576kW/día. Luego se aplica un rendimiento de la instalación del 75% para calcular la energía total necesaria para abastecer la demanda:

$$\text{Total de energía necesaria (ten)} = \frac{7,576k}{0.75} = 10,10kWh/día$$

Entonces se obtiene que el total de energía necesaria es de 10,10kWh/día y utilizando el factor de radiación de 3.69 tenemos los siguientes resultados:

1) **Calculo de placas o paneles solares necesarios:**

Para instalaciones de uso diario utilizaremos la fórmula:

Numero de módulos = (energía necesaria) / (HSP * rendimiento de trabajo * potencia pico del módulo). El rendimiento de trabajo tiene en cuenta pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioramiento de los paneles fotovoltaicos (normalmente 0,7 – 0,8).

Número de módulos para instalación de uso diario:

$$N_{md} = (10.101,33) / (3,69 * 0,8 * 400) = 8.5 \text{ módulos}$$

Para una potencia de 10.101,33 Wh/día obtenemos un número de módulos diario de 9 a una potencia máxima de 400W cada uno. Con los módulos elegidos de 400 Watos pico (Wp), obtendremos una instalación solar de 3.600 Wp totales (4 x 400 Wp).

2) Capacidad de los acumuladores

Para diseñar la capacidad de las baterías de acumulación, primero se tiene que establecer la autonomía deseada en caso de tener días desfavorables sin insolación por abundante nubosidad. En nuestro caso por ser una casa que se encuentra en una urbanización se puede establecer entre 4-6 días.

Capacidad de la batería = (energía necesaria * días de autonomía) / (Voltaje * profundidad de descarga de la batería)

$$\text{Capacidad de acumulación} = (10.101,33 * 4) / (24 * 0,7) = 2405,07 \text{ Ah (c100)}$$

El valor c100 indica que la capacidad de la batería será la suministrada por ciclos de carga de 100 h, que es la frecuencia de carga normalmente establecida en electrificación rural.

3) Selección del regulador y selección del convertidor

Finalmente, el regulador de carga es para disponer de corriente continua a corriente alterna con la obtención de una corriente alterna a 220 V en nuestra vivienda para cualquier tipo de aparato o electrodoméstico.

Los reguladores de carga vienen determinados por la intensidad máxima de trabajo y por el voltaje en que hayamos diseñado nuestra instalación. La potencia del convertidor de CC/AC se elige en función de la suma de todas las potencias nominales de los equipos consumidores multiplicado por el coeficiente de

simultaneidad de uso de estos. (Normalmente valores que van de 0,5-0,7). En nuestro caso la potencia total estimada es de 10.101,33 W

$$\text{Potencia convertidor} = 10.101,33 * 0,7 = 7.070 \text{ W}$$

Por lo tanto con un convertidor de 10.000W es suficiente.

Entonces los datos obtenidos para el dimensionamiento del sistema alterno de energía se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 1. Dimensionamiento del diseño del Sistema Alterno de Energía

A	Total de energía [Wh/día]	41,75k
B	Factor de radiación solar [HSP]	3,69
C	Tensión del sistema [V]	12
D	Módulos usados	9
E	Potencia por panel [W]	260
F	Inversor [W]	1000
G	Días de autonomía	4
H	Regulador de carga [A]	10

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

4.2.1.1 Selección del Panel Solar

Para la selección del panel solar siguiendo las especificaciones calculadas anteriormente se seleccionó el panel solar de 260W Everexceed el cual los datos técnicos se especifican en la siguiente tabla:

EVEREXCEED SILICON SOLAR	PV MODULE
Model	ESM150S-125
Pm	400W
Vop	36V
Vmp	18v
Isc	9.16 ^a
Imp	8.34A
Dimensión	1418+808+35mm
System Voltaje	1000VDC

	1000W/m ² am 1.5 25°C
--	----------------------------------

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 16 se puede observar el panel solar Everexceed.

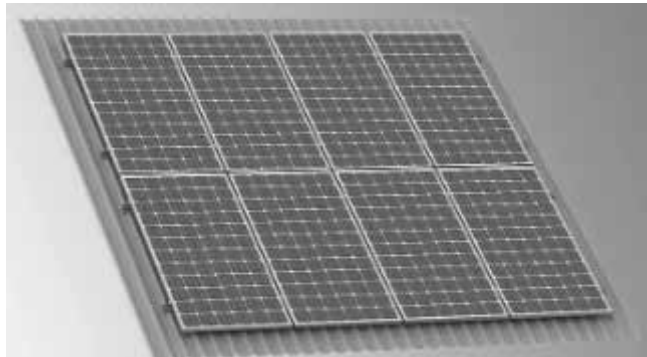


Figura 16. Panel Solar Everexceed

Fuente: <https://www.google.com/search?q=paneles+solares+everest&rlz=&sxsrf=>

4.2.1.2 Selección del Regulador

El regulador de carga tiene la capacidad de controlar corrientes picos del inversor, panel solar y la batería, adicional se puede visualizar el estado que se encuentra la batería si su carga está en mínimo, medio o máximo. El regulador de carga es de 20A y está sobredimensionado ya que nuestro sistema y con los cálculos realizados es de 10A. (Ver figura 17).



Figura 17. Regulador de carga Phocos CML20A.

Fuente: <https://www.google.com/search?q=paneles+solares+everest&rlz=&sxsrf=>

4.2.1.3 Selección del Inversor

La carga máxima del sistema de 934,26kW (véase en el cuadro 2 la determinación de cargas) se elige un inversor de mayor capacidad para abastecer

dicha carga, el inversor de voltaje con entrada de 12VDC y salida 110VAC de 1000 W.



Figura 18. Inversor Jarret de 1000W

Fuente: <https://panelsolarchile.cl/producto/inversor-onda-pura-1000w-12v-220-sako/>

4.2.1.4 Selección de la batería

La carga diaria de corriente es de 35A, luego se fija en 4 días de autonomía que el sistema fotovoltaico podrá alimentar las cargas sin contar con la luz solar; Por lo tanto la capacidad nominal del banco de baterías es de 70A y la tensión del sistema a 12V.

De los datos técnicos de la batería elegida se conoce que tiene una profundidad de descarga de 0.7 y una capacidad de 120Ah 12V, como indica la figura 19.



Figura 19. Batería Duncan

Fuente: <https://www.google.com/search?q=bateria+duncan&tbm=isch&ved=>

4.2.1.5 Selección del LDR o Fotorresistor

Un fotorresistor o fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia se modifica, con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también

ser llamado fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR. Su cuerpo está formado por una célula fotorreceptora y dos patillas. En la figura 20 se puede observar el LDR que fue escogido para el desarrollo de este proyecto de grado.



Figura 20. Fotorresistor o LDR
Fuente: <https://www.google.com/search?q=ldr&sxsrf>

4.2.1.6 Selección del PLC Simatic S7-300

En la figura 21 se puede observar el motor de 12 V DC el cual se encargara del giro del panel solar.



Figura 21. Motor de 12 V
Fuente: <https://www.google.com/search?q=ldr&sxsrf>

4.2.1.7 Selección del PLC Simatic S7-300

Para la Selección del PLC se utilizó un Simatic S7-300, la cual es necesaria para el control del sistema de energía alterno según como fue explicado en la figura 14.

Este autómata de SIEMENS ideado especialmente para aumentar la cadencia y disminuir sensiblemente los tiempos de ciclo, respuesta y aumentar la calidad del proceso, opera más allá de los límites de prestaciones anteriores, asegurando la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten, de allí que es ideal para usarlo en maquinarias de embalaje y en máquinas herramientas, sector agroalimentario o en industria química o farmacéutica. (Ver figura 20).



Figura 22. PLC S7 300

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras), una Memoria de programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas y salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas especiales se ofrecen módulos específicos), alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI. Pequeño, extremadamente rápido y universal son las características más importantes de éste PLC, además de su modularidad, sus numerosos módulos de extensión, su comunicabilidad por bus, sus funcionalidades integradas de visualización y operación así como su lenguaje de programación bajo entorno Windows 7, 32 BIT.

El PLC Simatic S7-300 consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas.
- Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.
- Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- Módulos de suministro de energía.
- Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera.

En los módulos de entradas pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos.
- Interruptores.
- Pulsadores.

- Llaves.
- Finales de carrera.
- Detectores de proximidad.
- Sensores de movimiento.

En los módulos de salidas pueden ser conectados:

- Contactores.
- Electroválvulas.
- Variadores de velocidad.
- Alarmas.

4.2.1.8 Selección del Software Step 7 Simatic

STEP 7 es el software estándar para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC. STEP 7 forma parte del software industrial SIMATIC. El software estándar STEP 7 presenta las siguientes variantes:

- STEP 7-Micro/DOS y STEP 7-Micro/WIN para aplicaciones stand-alone sencillas en sistemas de automatización SIMATIC S7-200.
- STEP 7 para aplicaciones en sistemas de automatización SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 y SIMATIC C7 con funciones ampliadas:
 - ü Ampliable con los productos de software opcionales integrados en el Software Industrial SIMATIC.
 - ü Posibilidad de parametrizar bloques de función y de comunicación.
 - ü Forzado y modo multiprocesador.
 - ü Comunicación de datos globales.
 - ü Transferencia de datos controlada por eventos con bloques de comunicación y de función.
 - ü Configuración de enlaces.

Los lenguajes de programación SIMATIC integrados en STEP 7 cumplen con la norma DIN EN 6.1131-3. El software estándar se ejecuta bajo los sistemas operativos MS Windows 2000 Professional (en adelante llamado Windows 2000) y

MS Windows XP Professional (en adelante llamado Windows XP) y MS Windows Server 2003, estando adaptado a su funcionamiento gráfico y orientado a los objetos.

Funciones del software estándar

El software estándar le asiste en todas las fases de creación de soluciones de automatización, tales como:

- Crear y gestionar proyectos.
- Configurar y parametrizar el hardware y la comunicación.
- Gestionar símbolos.
- Crear programas, p.ej.
- Para sistemas de destino S7.
- Cargar programas en sistemas de destino.
- Comprobar el sistema automatizado.
- Diagnosticar fallos de la instalación.

El interface de usuario del software STEP 7 ha sido diseñado siguiendo los criterios ergonómicos más avanzados, lo que permite conocer rápidamente sus funciones. La documentación del software STEP 7 contiene la información completa en la Ayuda en pantalla y en los manuales electrónicos en formato PDF.

Los lenguajes de programación

KOP, AWL y FUP para S7-300/400 son parte integrante del software estándar.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. La sintaxis de las instrucciones es similar a la de un esquema de circuitos. KOP permite observar la circulación de la corriente a través de contactos, elementos complejos y bobinas.

Para el presente trabajo de grado se utilizó el Lenguaje KOP para realizar la programación lo cual será explicado en la fase 2 del trabajo de grado.

Ventajas y desventajas del Step 7 Simatic

Ventajas de la comunicación básica S7 con el servicio

- No hay que configurar ningún enlace de comunicación.

- Los datos se pueden transferir de forma dinámica y variable.
- Los datos se envían o reciben de forma consistente.
- Los recursos de enlace se pueden controlar en el programa S7 de la CPU.
- Es posible implementar los principio de comunicación Cliente / Servidor y Cliente / Cliente.

Desventajas de la comunicación básica S7 con el servicio

- La comunicación básica S7 sólo se puede utilizar en estructuras homogéneas SIMATIC S7.
- Sólo se puede transferir una cantidad pequeña de datos.

4.3 Fase II: Diseñar la Automatización del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, estado Carabobo.

4.3.1 Diseñar del Control de la Automatización del Sistema Alterno de Energía Fotovoltaico.

Para realizar el diseño de la automatización, primeramente se planifica la solución dividiendo primero el proceso en diversas tareas y creando luego un plano de configuración. Se realizó el sistema de control para la automatización del sistema alternativo de energía fotovoltaico para la Urbanización Las Morochas en el Municipio de San Diego a través de un diagrama de bloques.

En la figura 23 se puede observar el diagrama de bloques del sistema de automatización el cual especifica, que se lee una señal analógica de 0 a 10V de un LDR el cual este resistor varía su valor de resistencia eléctrica dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre él, entonces dependiendo del valor que se obtiene se hace una comparación de valores y donde la cantidad de luz sea mayor se hace el movimiento del panel solar a través de un motor de 12V conectado a la salida del PLC, el cual se encargara de mover el panel solar para de esta manera aprovechar la mayor cantidad de luz que se incida sobre el panel solar.

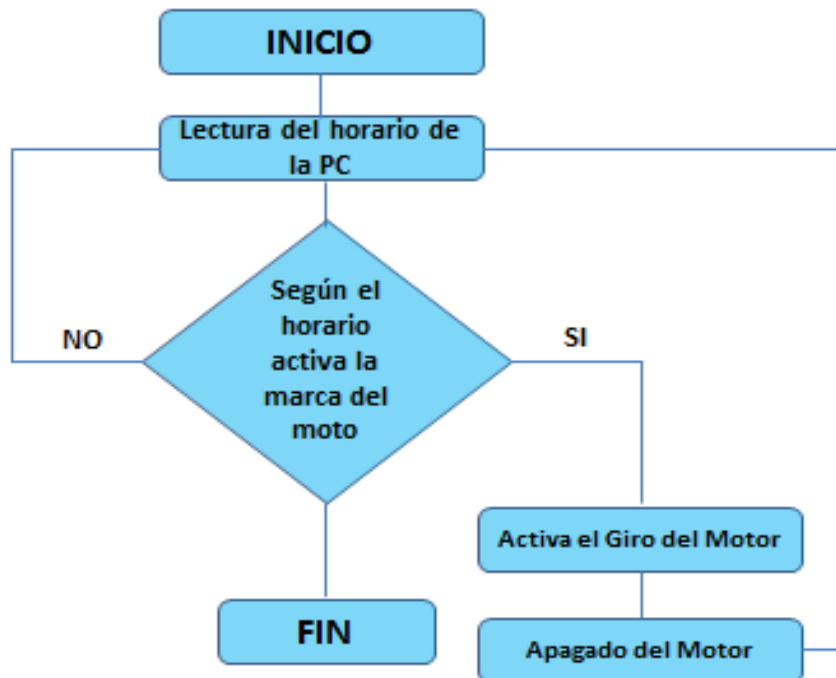


Figura 23. Diagrama de bloques del proceso de Automatización
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

4.3.3.1 Crear un proyecto en Step 7 Simatic

Al crear una solución de automatización con Step 7 se deben realizar una serie de pasos que se describirán a continuación. La figura 24 muestra las tareas básicas que se deben realizar en la mayoría de los proyectos, las cuales aparecen representadas en la forma de organigrama, al cual nos referiremos como "guía de orientación de Step 7".

Como muestra la figura 20, hay dos procedimientos alternativos:

- Puede configurar primero el hardware y programar luego los bloques.
- Programar primero los bloques sin tener que configurar antes el hardware. Esto es especialmente recomendable cuando se deban realizar trabajos de mantenimiento, p.ej. al integrar bloques programados en un proyecto ya existente.

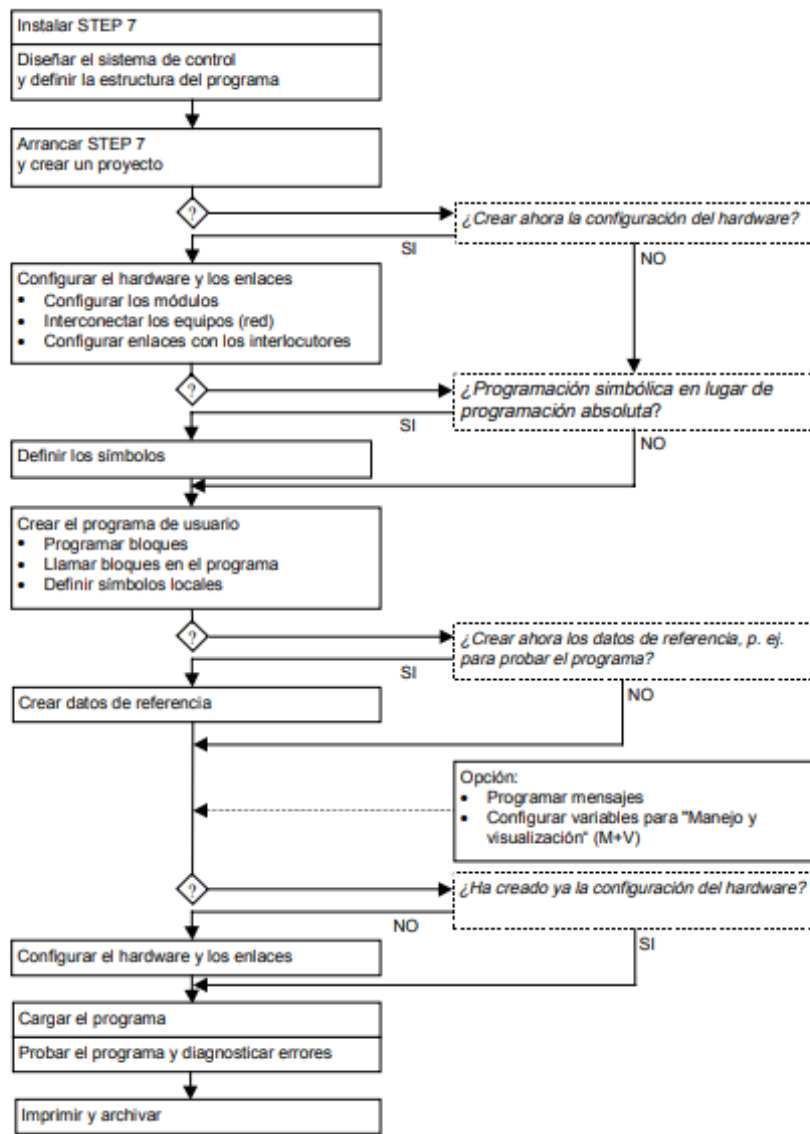


Figura 24. Guía de Orientación Step 7 para inicializar un proyecto

Fuente: Manual Siemens

4.3.3.2 Primeros pasos a realizar

- **Instalar STEP 7 y claves de licencia Al utilizar STEP 7**

Por primera vez, es preciso instalar el software y transferir las claves de licencia residente en el cd al disco duro (consulte también Instalar STEP 7 y Autorización).

- **Iniciar STEP 7**

STEP 7 se arranca desde la interfaz de Windows (consulte también Arrancar STEP 7).

- **Crear la estructura del proyecto**

Un proyecto es una carpeta que contiene todos los datos estructurados jerárquicamente, estando disponibles en cualquier momento. Tras crear un proyecto, todos los demás trabajos se realizan en el mismo.

- **Crear el equipo**

Al crear el equipo se define el sistema de automatización utilizado: p.ej. SIMATIC 300, SIMATIC 400, SIMATIC S5. Para el trabajado de grado se utilizó el SIMATIC 300 el cual es defino como PLC Simatic S7-300, el cual este fue explicado y escogido en la fase II.

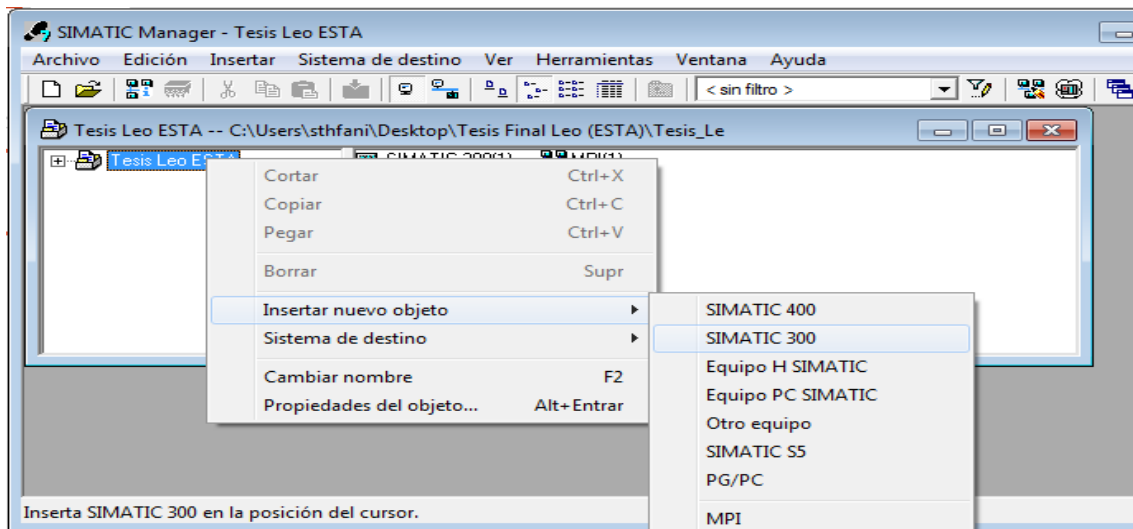


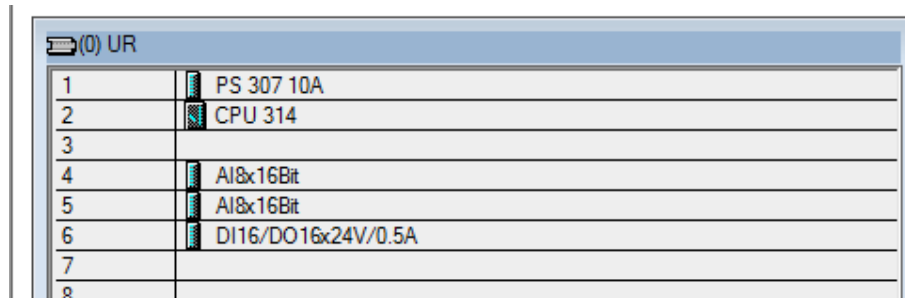
Figura 25. Crear el equipo Simatic 300.

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 25 se puede observar que después de crear la estructura y la carpeta para el proyecto, se procede al crear el equipo el cual es aquel en donde se inserta el PLC Simatic 300, dándole clic izquierdo insertar nuevo objeto y luego clic en Simatic 300.

- **Configurar el hardware**

Al configurar el hardware se define en una tabla de configuración qué módulos se utilizarán para la solución de automatización y a través de qué direcciones se accederá a los módulos desde el programa de usuario. Además, las propiedades de los módulos se pueden ajustar mediante parámetros.

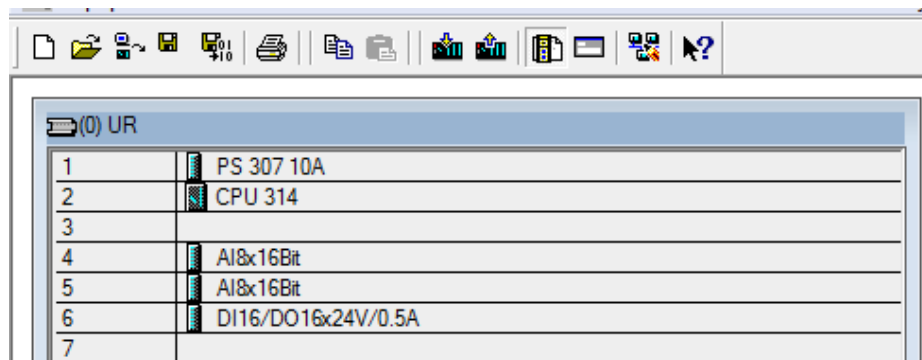


(0) UR	
1	PS 307 10A
2	CPU 314
3	
4	AI&x16Bit
5	AI&x16Bit
6	DI16/DO16x24V/0.5A
7	
8	

Figura 26. Insertar bastidor

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 26 se observa que para configurar el hardware primeramente hay que insertar el bastidor, el cual es el módulo principal que se utiliza para insertar todas las demás variables.



(0) UR	
1	PS 307 10A
2	CPU 314
3	
4	AI&x16Bit
5	AI&x16Bit
6	DI16/DO16x24V/0.5A
7	

Figura 27. Insertar el CPU

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 27 se observa que en el proyecto se utilizó una CPU-314, la cual tiene una memoria de trabajo de 192 KB, se insertó dos módulos de entradas analógicas, módulo de entrada y salidas digitales y por último también se insertó una fuente PS 307 10A.

4.3.3.3 Bloques del proyecto

En un proyecto de gran envergadura, se deben controlar una gran cantidad de variables de entradas y de salidas, para que se pueda tener un proyecto organizado y que se pueda comprender al momento de realizar una modificación, se dispone de diferentes herramientas con las cuales se puede ordenar un proyecto, en el presente trabajo de investigación se presenta un proyecto el cual está organizado en diferentes bloques tales como, bloques de organización (OB), así como de diferentes bloques de función (FB), funciones (FC) y por ultimo bloques de datos (DB), cada uno de estos bloques son de gran importancia para cumplir cada uno de los requerimientos del sistema a automatizar. A continuación se nombraran los diferentes bloques y funciones que conforman el proyecto.

- **Funciones**

Para este proyecto de grado se creó únicamente un solo bloque de funciones, el cual esta función específica como se puede leer la hora y fecha de la computadora. Para crear esta función se utilizó un bloque SFC1 que este sirve para leer la hora y fecha de la PC. La cual al leer la hora esta es almacenada en una variable de tipo de datos es Date_And_Time y esta misma es almacenada en formato BCD. La información que se encuentra dentro de la propia variable es con la siguiente estructura de datos.

Bytes	Contenido	Margen
0	Año	1990.... 2089
1	Mes	01...12
2	Día	1...31
3	Hora	0...23
4	Mínuto	0...59
5	Segundo	0...59
6	2 MSD de ms	00...99
7 (4MSB)	LSD de ms	0...9

7 (4LSB)	Día de la semana	1...7 (Domingo =1)
----------	------------------	--------------------

Cuadro 3. Estructura de datos al leer la Fecha y Hora

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

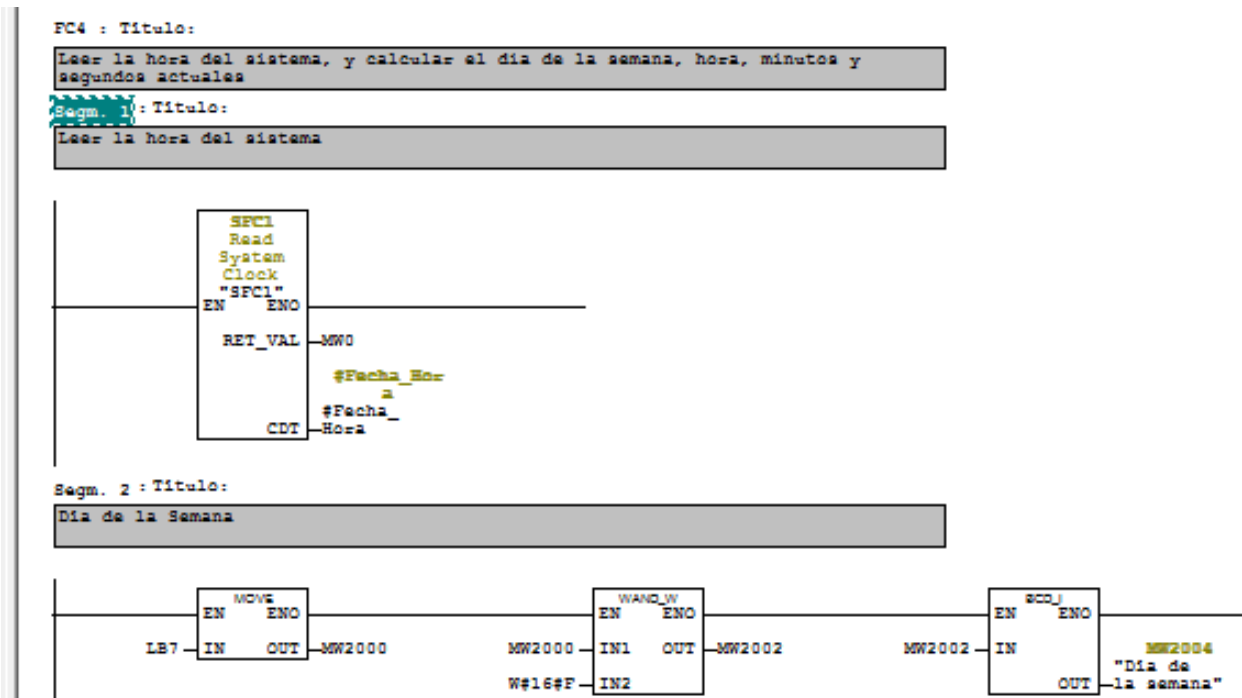


Figura 28. Función FC4 leer la hora de la PC 1.

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Al leer la fecha y la hora utilizando el SFC1 (observar figura 28 segmento 1), se guarda la variable en una de tipo Date_And_Time, y luego se consulta bit a bit como fue explicado en el cuadro 6 para obtener los datos. En la figura 29 se consultó el bit LB7 el cual según el cuadro 6 indica el día de la semana, siendo inicialmente una variable de tipo BCD se realiza una conversión de BCD a I para poder manejar la variable como un numero entero.

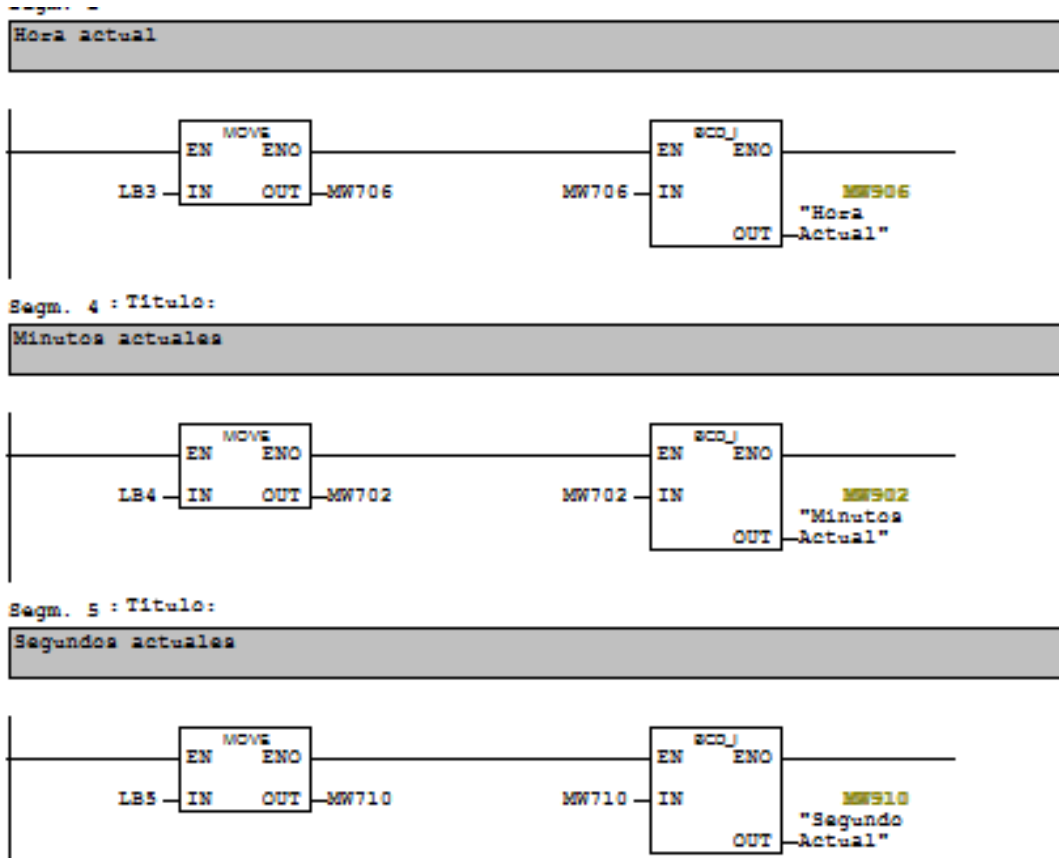


Figura 29. Función FC4 leer la hora de la PC 1.
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 29 se observa los segmentos correspondientes de la figura 28 el cual especifica que se tomaron los bit LB3, LB4 y LB5, siendo la hora, minutos y segundos actuales. Cada uno de estos datos haciendo su respectiva transformación de BCD a I y guardado en cada una de sus variables correspondientes.

4.3.3.4 Descripción y Simulación de la programación

Para el programa de automatización se creó únicamente un OB1 que se encuentra en el Main principal, donde se verá la automatización para el sistema alterno de energía de la Urbanización Las Morochas. Antes de realizar la descripción de cada segmento que comprende el programa es importante definir las variables del programa utilizadas.

Definir Símbolos

En lugar de utilizar direcciones absolutas es posible definir símbolos locales o globales en una tabla de símbolos, empleando nombres autoexplicativos que se utilizarán luego en el programa.

En la figura 30 se observa la tabla de símbolos en la cual está especificado con nombre cual fue la entrada y salida utilizada para el proyecto, por otro lado también se especificó el OB, bloques de funciones y funciones particulares para la realización de la automatización del sistema de alterno de energía.

	Estado	Símbolo	Dirección /	Tipo de dato	Comentario
1		Run	A 0.0	BOOL	Lampara RUN
2		Alarma por STOP	A 0.1	BOOL	Alarma por parada del Sistema
3		Alarma por Apagado	A 0.2	BOOL	Alarma de apagado del Sistema
4		Alarma 3	A 0.3	BOOL	
5		Encendido del Motor	A 0.4	BOOL	Prende el motor
6		START	E 0.0	BOOL	Boton del Inicio del Sistema
7		STOP	E 0.1	BOOL	Parada del Sistema
8		Parada de emergencia	E 0.2	BOOL	
9		Convertor de FH	FC 4	FC 4	
10		Read Analog Value 4...	FC 105	FC 105	Read Analog Value 464-2
11		START MARCA	M 3.0	BOOL	
12		STOP MARCA	M 3.1	BOOL	
13		Marca Automatico	M 3.4	BOOL	
14		Marca M	M 3.5	BOOL	
15		Posicion inicial 1	M 4.0	BOOL	Posicion Inicial 30 grados 7:00 am
16		Posicion 2	M 4.1	BOOL	Posicion 50 grados 9:00 am
17		Posicion 3	M 4.2	BOOL	Posicion 70 grados 11:00 am
18		Posicion 4	M 4.3	BOOL	Posicion 90 grados 12:00 pm
19		Posicion 5	M 4.4	BOOL	Posicion 110 grados 2:00 pm
20		Marca de Motor	M 5.0	BOOL	Activa la marca del Motor
21		Marca A	M 150.0	BOOL	Automatico
22		Marca Manual	M 150.1	BOOL	Manual
23		Minutos Actual	MW 902	INT	
24		Hora Actual	MW 906	INT	
25		Segundo Actual	MW 910	INT	
26		Día de la semana	MW 2004	INT	
27		SFC1	SFC 1	SFC 1	Read System Clock

Figura 30. Tabla de símbolos

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

A continuación se mostrara un cuadro de entradas, salidas, marcas y señales analógicas que fueron utilizadas para el desarrollo de la programación.

Entradas

Símbolo	Dirección	Tipo de Dato	Característica
Start	E0.0	Bool	Botón de Inicio del Sistema
Stop	E0.1	Bool	Botón de para del sistema

Parada de Emergencia	E0.2	Bool	Botón físico parada de emergencia del Sistema
Señal analógica	MW100	Real	Señal analógica de voltaje para la lectura del LDR

Cuadro 4. Variables de entrada

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Salidas

Símbolo	Dirección	Tipo de Dato	Característica
Run	A0.0	Bool	Lámpara RUN
Alarma por STOP	A0.1	Bool	Alarma por parada del Sistema
Alarma por apagado de emergencia	A0.3	Bool	Alarma por parada de emergencia del Sistema
Encendido del Motor	A0.4	Bool	Prende el Motor

Cuadro 5. Variables de salida

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Marcas

Símbolo	Dirección	Tipo de Dato	Característica
Posición Inicial 1	M 4.1	Bool	Posición inicial 30 grados 7:00 am
Posición 2	M 4.2	Bool	Posición inicial 50 grados 9:00 am
Posición 3	M 4.3	Bool	Posición inicial 70 grados 11:00 am
Posición 4	M 4.4	Bool	Posición inicial 90 grados 12:00 am
Posición 5	M 4.5	Bool	Posición inicial 110 grados 2:00 pm

Cuadro 6. Marcas de la programación

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

La programación del presente proyecto de investigación, como se ha descrito anteriormente consta de diferentes procesos, como bloques de funciones lo cual estos juntos conforma sistema alterno de energía fotovoltaica para la Urbanización Las

Morochas. De ahora en adelante nos concentraremos en los bloques de organización (OB1). La cual estos bloques controlan la ejecución del programa de usuario.

Para el programa de automatización se creó únicamente un OB. En la figura 31 se puede observar el inicio del sistema el cual dará pie a la activación mediante una entrada E0.0 la cual si esta es activada da como salida una lámpara de esta manera se puede verificar que el sistema está trabajando de manera correcta.

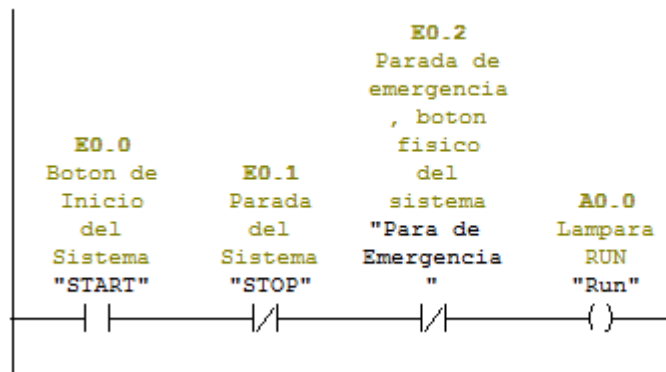


Figura 31. Botón de Inicio
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 32 se puede observar la parada del sistema a través de una entrada E0.1, la cual está también da salida a una alarmar indicando el apagado del sistema.

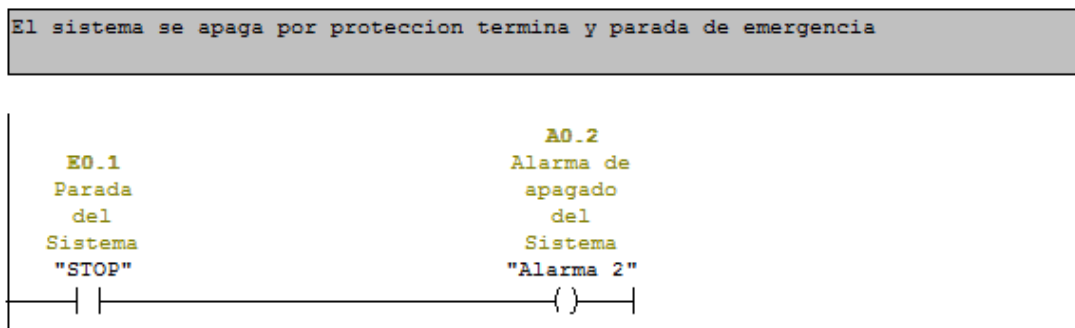


Figura 32. Parada del Sistema
Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Si en el sistema alterno de energía ocurre una eventualidad se diseñó para que haya un botón físico y permita una parada de emergencia dando esta como salida otra alarma. (Ver figura 33).

Segm. 4 : Alarma por Stop del Sistema

Comentario:



Figura 33. Alarma por parada de emergencia

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la figura 34 se puede observar el sistema automático, ya que este consta de dos marcas una para el automático del sistema y otra para la posición manual del sistema.

Segm. 5 : Automatico del sistema alterno de energía fotovoltaico

Activo la marca de automatico

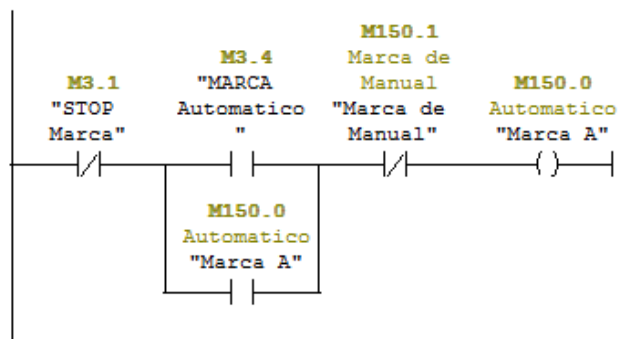


Figura 34. Automático del Sistema

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Como fue explicado anteriormente en la figura 35 se puede observar la marca para poder colocar el sistema en modo manual.

Figura 35. Manual del Sistema

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Este segmento es importante ya que mediante la función FC4 la cual lee la hora de la PC que fue explicada anteriormente y mediante un comparador de función real, me permite hacer la comparación para saber la hora de la PC y mover el motor del panel solar de 20° en 20° buscando la posición para mantener la intensidad solar mayor. Inicialmente la posición del panel solar debe estar a 30° en sentido noreste y en la hora de las 7:00 am el cual este sería su posición inicial, luego a la pasar la hora hasta las 9:00 am el panel rotaría 20°, de esta manera se busca la mayor intensidad de luz. (ver figura 36).

Segm. 9 : Posicion Inicial del panel solar 7:00am de 30 grados

Comentario:

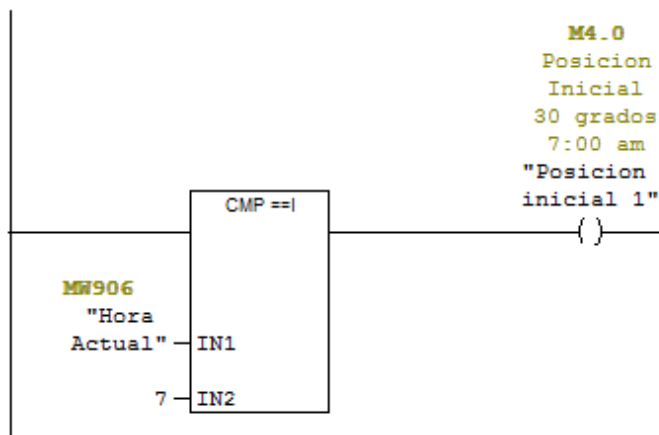


Figura 36. Posiciones del giro del motor

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

Luego que las posiciones del motor son activadas dependiendo de los horarios, me genera una marca para la activación del motor que esta a su vez da a prenderlo por un instante de 5 segundos y hacer su giro de 20°. (Ver figura 37 y 38).

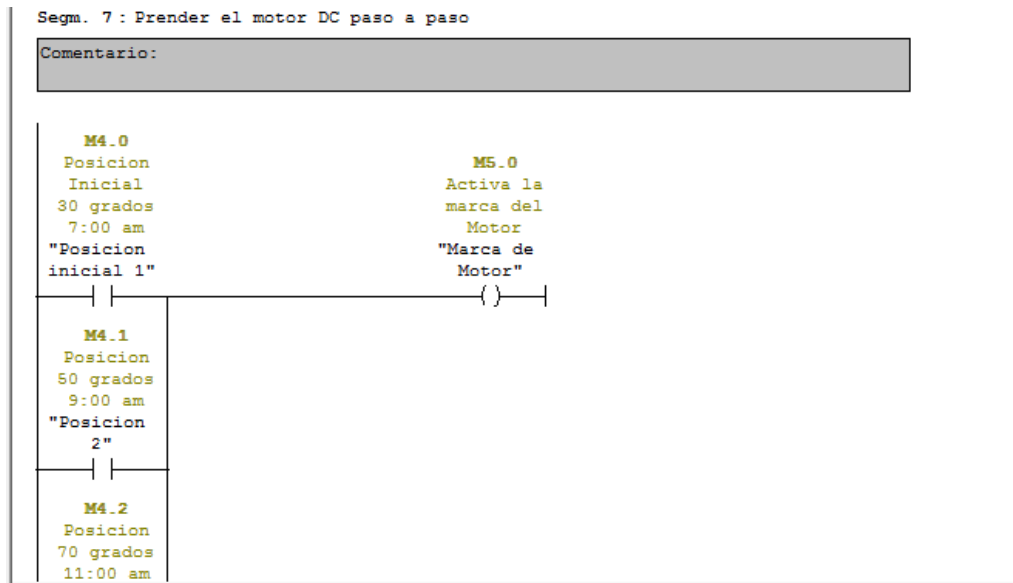


Figura 37. Activación de la Marca del Motor

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

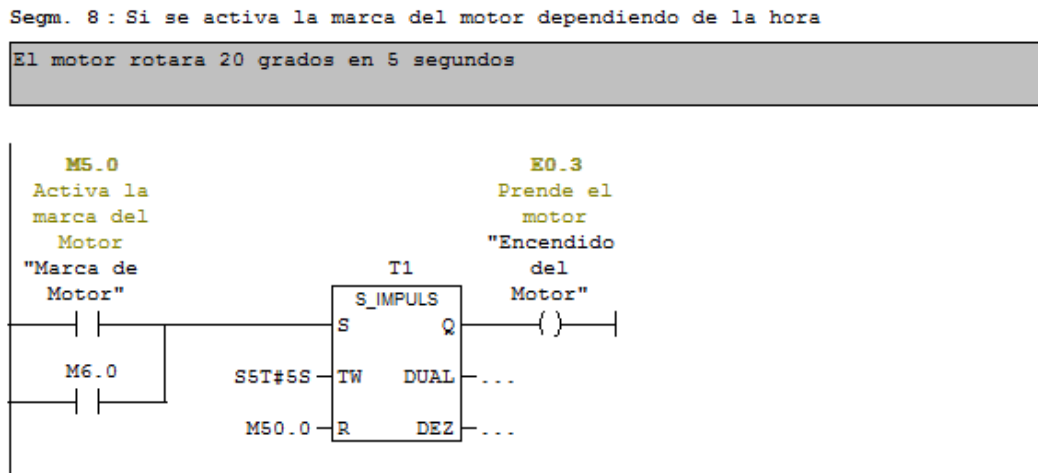


Figura 38. Encendido del Motor por 5 segundos

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

4.4 Fase II: Realizar un estudio de factibilidad, económico, social y ambiental, para el Sistema Alternativo de Energía Fotovoltaico, para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San diego, estado Carabobo.

El sistema se trata del diseño para una posible implementación de nuevas tecnologías para el control de un sistema que hasta el momento no se encuentra en dicha urbanización puesto que con la implementación del nuevo sistema mejorará la calidad del servicio para obtener un suministro alterno de Energía.

4.4.1 Factibilidad económica

4.4.1.1 Costos

La Tabla 2 muestra la lista de materiales necesarios para el proyecto con sus respectivos costos. La mayoría de los precios presentados fueron obtenidos mediante pedidos de presupuestos en páginas web especializadas en la venta de equipos electrónicos y eléctricos industriales, algunas de ellas son nacionales y otras extranjeras. Se utilizaron presupuestos de Mercado Libre, Amazon, EBay y otros. Sin embargo se escogió el presupuesto más económico el cual fue dado por la empresa Bluesun Solar CO., LTD el cual fue escogido para el desarrollo de este proyecto, el presupuesto solicitado se puede observar en el Anexo D.

Tabla 2. Lista de materiales

Ítem	Cant.	Nombre	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	8	Panel Fotovoltaico 400 W Modelo: Mono Solar Panel-72	Voltaje: 36 V Peso: 21 Kg	80\$	640\$
2	1	Inversor Híbrido Marca: Mppt Controlador y inversor	Mppt 48V 120 Amp Salida de 4000 W	587 \$	587\$
3	4	Batería	Volatje : 12V 150AH.	137\$	548\$
4	1	Regulador Modelo:	Con salida 4 - 20 mA	110\$	110\$
5	200m	PV Cable	PV 4mm 2	0.90\$	180\$
6	1	Caja Combinada DC	4 entradas 1 salida	317\$	317\$
7	2	MC4 Conector	Voltaje: 1000 VDC Corriente: 30 ^a	0.90\$	1.80\$

8	1	Sistema de Montaje	Sistema de montaje para 8 piezas	252\$	252\$
9	1	PLC Siemens S7-300	Modelo compacto	700\$	700\$
10	1	HMI KTP - 600	Modelo Panel View Plus	1000\$	1000\$
11	20m	Cable canal 20x10mm 2m	Color negro	0.90 \$	18\$
12	1	Caja metálica externa	Para PLC	60\$	60\$
13	1	Motor de 12V Whirlpool	Motor de 12V Para PLC	50\$	50\$
14	2	Módulos analógicos	Para PLC	200\$	400\$
15	1	Fuente de alimentación	Para PLC	150\$	150\$
				TOTAL:	5013.8\$

Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

4.4.1.2 Presupuesto del personal

El proyecto se llevara a cabo por 1 Ingeniero en electrónica; un asistente técnico y ayudante para la instalación eléctrica. Trabajando 10 días hábiles, 8 horas diarias. La Tabla 3 muestra el costo de personal.

Tabla 3. Costo de mano de obra

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)
1	Ing. Electrónico	Horas	80	5	400
2	Asistente técnico	Horas	24	2	48
3	Ayudante de Instalación Eléctrica	Horas	24	2	48
				TOTAL	496 \$

Fuente: Fuente: Rodríguez, Urbina (2020)

En la tabla 4 se puede observar la propuesta de control y conceptos del personal encargado del proyecto.

Tabla 4. Tabla de Conceptos del personal

Personal	Característica
Instalación eléctrica	Montaje del panel solar Instalación de los equipos de control como PLC y HMI Canalización de las conexiones Conexión de los equipos del Panel Solar
Ingeniería	Supervisión de instalación Diseño del sistema de respaldo y energía a través de paneles fotovoltaicos Planeación Programación Pruebas de operación

Fuente: Martins (2020)

En la tabla 5 se muestra el costo total del proyecto.

Tabla 5. Costo Total del Proyecto

Costo total de materiales	I.V.A. (16%)	Costo total de mano de obra	Costo total del Proyecto
5013.8 \$	802.208	496 \$	6312 \$

4.4.2 Factibilidad Social

Como se mencionó en el comienzo del presente trabajo de investigación, el acceso por parte de las personas a un servicio de electricidad que sea eficiente y constante es considerado un derecho humano. Es por esto que este trabajo de grado se enfoca directamente en satisfacer las necesidades en materia de electricidad a los habitantes de la Urbanización las Morochas, y su implementación repercutiría en mejoras significativas en la calidad de vida de todos los habitantes del respectivo urbanismo.

En consecuencia, el presente trabajo de grado puede ser considerado como un proyecto social, ya que la misma busca generar mejoras en la calidad de vida de un entorno específico, en este caso en particular, los habitantes de la de la Urbanización

las Morochas. Existen distintos factores que permiten medir la viabilidad de un proyecto de este tipo, como la emergencia, el número de beneficiarios directos, soluciones y sostenibilidad.

- **Emergencia:** la electricidad es un recurso indispensable para la vida del hombre. Ya que dependemos totalmente para poder vivir mejor. Las deficiencias con el sistema eléctrico actual en Venezuela trae consecuencias para las personas, que van desde problemas de salud hasta problemas de dinero por lo indispensable de este servicio. De allí nace la importancia de trabajar en proyectos que busquen brindar soluciones a las necesidades de las personas en materia de sistemas alternos de respaldo de energía.
- **Número de beneficiarios directos:** con la implementación del presente trabajo de investigación se verían beneficiadas un aproximado de 648 personas, las cuales presentarían mejoras significativas en su calidad de vida por contar con un sistema de respaldo de energía óptimo y seguro.
- **Soluciones:** el proyecto cumple con todos los objetivos planteados, por lo tanto, es una solución eficiente que servirá de gran ayuda a los habitantes de la Urbanización las Morochas.
- **Sostenibilidad:** los equipos y materiales que fueron usados para realizar la automatización del sistema de control de respaldo de energía de la Urbanización las Morochas, requieren de un mantenimiento mínimo, y si son utilizados de la forma adecuada y en condiciones de trabajo óptimas, los mismos cuentan con una vida útil bastante grande.

4.4.3 Factibilidad Ambiental

El presente trabajo no genera ningún tipo de desechos que pueda ser considerado como nocivo para el medio ambiente, por lo que el grado de contaminación que el mismo genera puede ser considerado despreciable, por lo que el actual trabajo de investigación cumple con todos los requisitos o parámetros necesarios que garanticen su factibilidad ambiental.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones más resaltantes del estudio realizado, así como las recomendaciones para futuras investigaciones, con el propósito de avanzar en el diseño de automatización del sistema de control de energía fotovoltaico.

- El desarrollo de este trabajo de grado se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica mención control y automatización, siendo esta carrera unos de los pilares más importantes en el campo industrial.
- El trabajo de grado realizado, cumple con el objetivo principal planteado, el cual es proponer Diseñar un sistema alternativo de energía fotovoltaico para la red eléctrica de la Urbanización Las Morochas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo
- El sistema planteado en este proyecto de investigación ofrece un sistema de respaldo de energía a través de paneles solares, el cual es sistema cumple con las con las especificaciones para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan la Urbanización Las Morochas.
- Los habitantes de la Urbanización Las Morochas contarán con un sistema de respaldo de energía más eficiente ya que este sistema trabaja con la intensidad de la luz solar y se diseñó para una autonomía de 4 días, el cual este servicio será más eficiente y reemplazara al sistema eléctrico de manera óptima si se esté llega a fallar.
- Se utilizó un controlador lógico programable que cumple con las necesidades del proyecto desarrollado, gracias a los diferentes dispositivos que conforman toda la familia SIMATIC S7-1300.

Si se implementa el sistema automatizado, presentado en este trabajo de investigación el proceso se realizaría completamente automatizado y sería el más

eficiente y óptimo para el respaldo de energía, que con el sistema actual con el que cuentan.

RECOMENDACIONES

- La principal recomendación es la implementación del sistema propuesto en el presente trabajo de investigación, ya que con esto se mejorará la calidad de vida de los habitantes en la Urbanización Las Morochas.
- Diseñar una Interfaz SCADA que permita la visualización de todo el sistema de diseño de respaldo de energía.
- Realizar la programación de un sistema de registro de usuarios, que permita tener distintos accesos por operadores.
- Diseñar una aplicación Android para el monitoreo del diseño de automatización del sistema de respaldo de energía, con el fin de que puedan observar las distintas variables existentes como la carga de batería, la intensidad de luz solar entre otras.
- Realizar una base de datos para un registro de alarmas por el paro de los motores o fallas del sistema.
- Hacer un sistema analógico en paralelo al HMI, como respaldo al haber una falla en el panel.

ANEXOS



BLUESUN SOLAR CO.,LTD

4KW OFF Grid Solar System

Model:BSMKW-OFF

Phone/Whatsapp:+86-180-5407-3050

Type:OFF Grid

Website:www.bluesunpv.com

Output Power:4KW

Email:solar10@bluesunpv.com

Output Voltage:110V/220V

Office:BuildingNo.7,1499Zhenxing Road,Shunshan District,Heifei city ,Anhui Province

Item	Model	Picture	Description	Quantity	Unit price	Amount
1	Mono Solar Panel-72		Power: 400W Voltage: 36V Weight:21KG Size:1956*992*40mm	8	\$80.00	US\$640.00
2	DC Combine Box		4 Inputs 1 outputs	1	\$317.00	US\$317.00
3	Hybrid Inverter(Mppt Controller & Inverter		Mppt 48V 120A Output Power: 4000W	1	\$587.00	US\$587.00
4	Battery		12V150AH (including Battery cable)	4	\$137.00	US\$548.00
4	PV Cable		PV 4 mm2	200	\$0.90	US\$180.00
5	MC4 Connector		Rated current: 30A Rated voltage: 1000VDC	2	\$0.90	US\$1.80
6	Mounting System (Including all parts)		Roof whole set for 8pcs solar module		\$252.00	US\$252.00

Total 1 set EXW Hefei Cost

US\$2,525.80

Quote Date: 2020-08-19

Package: Standard export package, Composite material box

Lead time:15 working days after receiving payment

Sea Port:Shanghai/Ningbo

Payment:Paypal,WestUnion,T/T





BLUESUN SOLAR CO.,LTD

5KW OFF Grid Solar System

Model:BSM5KW-OFF

Phone/Whatsapp:+86-180-5407-3050

Type:OFF Grid

Website:www.bluesunpv.com

Output Power:5KW

Email:solar10@bluesunpv.com

Output Voltage:110V/220V

Office:BuildingNo.7,1499Zheming Road,Shunshan District,Hefei city ,Anhui Province

Item	Model	Picture	Description	Quantity	Unit price	Amount
1	Mono Solar Panel-72		Power: 400W Voltage: 36V Weight:21KG Size:1956*992*40mm	12	\$80.00	US\$960.00
2	DC Combine Box		4 inputs 2 outputs	1	\$377.00	US\$377.00
3	Hybrid Inverter(Mppt Controller & Inverter		Mppt 48V 120A Output Power: 5000W	1	\$621.00	US\$621.00
4	Battery		12V200AH (Including Battery cable)	4	\$178.00	US\$712.00
5	PV Cable		PV 4 mm2	200	\$0.90	US\$180.00
6	MC4 Connector		Rated current: 30A Rated voltage: 1000VDC	2	\$0.90	US\$1.80
7	Mounting System (Including all parts)		Roof whole set for 12pcs solar module		\$378.00	US\$378.00

Total 1 set EXW Hefei Cost

US\$3,229.80

Package: Standard export package, Composite material box

Lead time:15 working days after receiving payment

Sea Port:Shanghai/Ningbo

Quote Date: 2020-08-19



lars policristalinos para sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad. Su construcción está basada en bi
 on un resistente cristal templado de 3.2 mm de espesor, esto montado en un resistente marco de aleación de alur
 40 mm. La caja de conexiones y el enchufe del conector cuentan con protección IP67. Estos módulos están dispoc
 en tarimas con 25 paneles.

dad
 ad

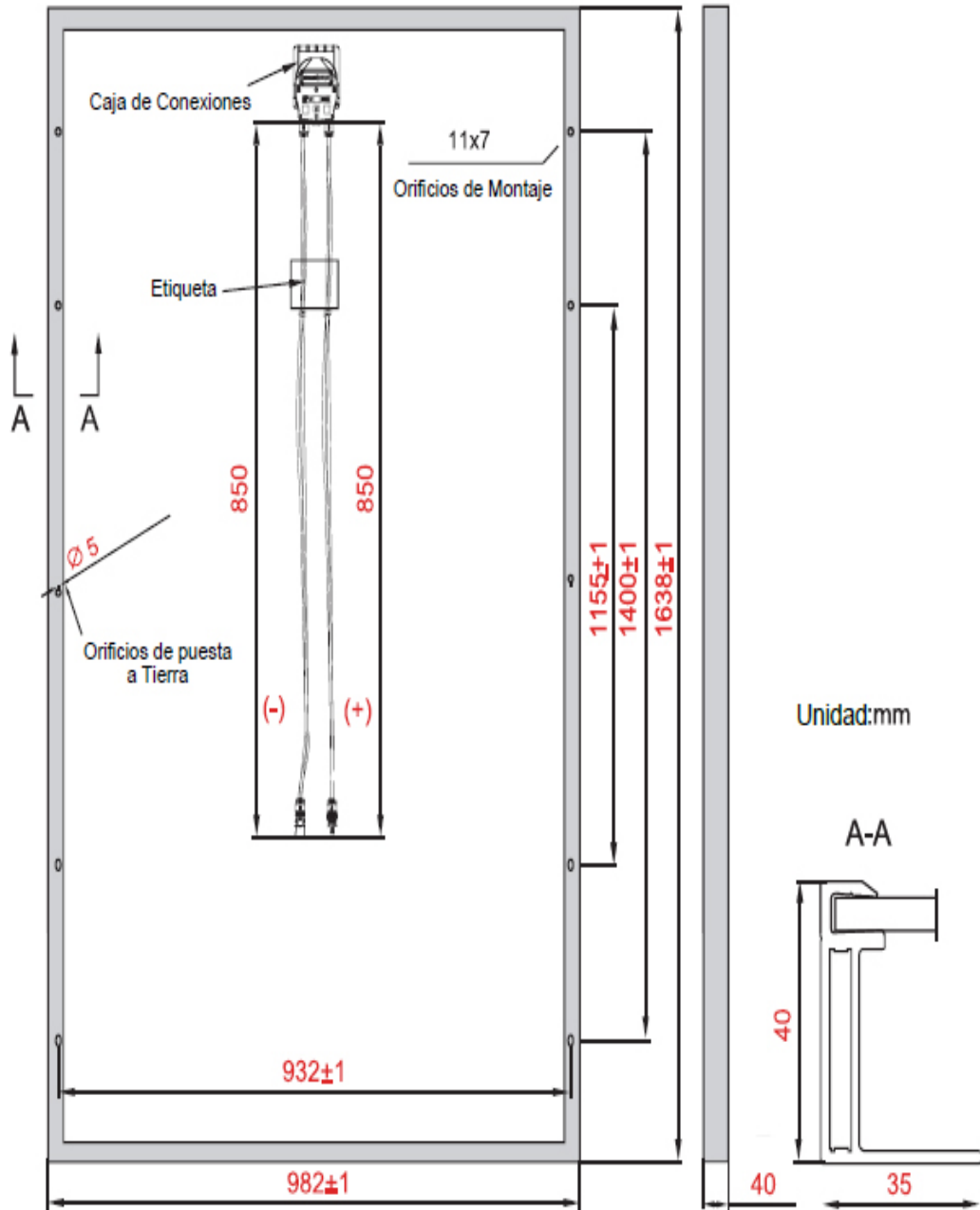
olerancia positiva

control de calidad para cumplir con los estándares internacionales más elevados del mercado

Coeficiente de temperatura	
ra nominal de la célula operativa (NOCT)	45 °C ± 2 °C
i de temperatura de corriente de cortocircuito	0.059%/ °C
i de temperatura de voltaje de circuito abierto	-0.32%/ °C
i de temperatura de potencia máxima	-0.43%/ °C
de potencia	0→+3%
Especificaciones Eléctricas	
ELÉCTRICOS @ STC	QSP-260
encia Watts-Pmax (Wp)	260
áxima de alimentación - Vmp (V)	30.4
náxima de alimentación - Imp (A)	8.56
circuito abierto - Voc (V)	37.5
le Cortocircuito-Isc (A)	9.12
del módulo (%)	16.16
ximo del sistema	1000VDC(IEC) / 600VDC(UL)
ines de prueba estándar STC (Masa de aire AM 1.5, Irradiación 1000W / m ² / Temperatura Cel 25 ° C).	

Especificaciones	
Celda	Células solares policrista 156 mm * 156 mm / 6 pu
No. de células	60 (6 *10) pcs
Dimensión del módulo	1638 mm * 982 mm * 40 64.50 inch * 39.0 inch * .
Peso	18,0 kg
Vidrio delantero	3.2 mm (0.13 pulgadas) vidrio templado
Marco	Aleación de aluminio anr
Caja de conexiones	IP67
Conector macho	IP67
Bypass-Diodes	6 pcs. (IEC) / 3 pcs. (UL)
Max. Corriente nominal del fusible	15 A
Tipo de conector	MC4 or MC4 Comparabl R 50133919 0003
Longitud del cable:	2 * 850 mm / 2 * 33,46 P
Garantía	
Garantía limitada del producto de 10 años	
Garantía de rendimiento limitado: 10 años al 90% de la poten mínima, 25 años al 80% de la potencia nominal mínima	

Garantía de tolerancia de potencia positiva: 0→+3%



REFERENCIAS

Bibliográficas

- Aguilera, P (2002). **Estructura básica del PLC**. Recuperado en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Aguilera, P (2002). **Programación de plc's**. Recuperado en:
<http://eprints.uanl.mx/919/1/1020148252.PDF>
- Arias, F. (2010). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 3ra Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.
- Arenas, L, Castilla, A y Rojas, D (2012) **Interfaz Hombre Maquina**. Recuperado en:
<https://es.scribd.com/doc/85749234/Interfaz-Hombre-Maquina-HMI>
- Delgado, E. (2017) **Que es un controlador lógico programable:**
<https://intrave.com/que-es-y-para-que-sirve-un-plc/>
- Dubs de Moya, R. (2002). **El Proyecto Factible: una modalidad de investigación**. Caracas, Venezuela.
- Franco, I. (2018). **Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa Colgate-Palmolive Company**. Carabobo: Editorial UJAP
- Gericó, I. (2014) **Celdas de carga**. Recuperado en:
<https://prezi.com/7kjkhdb4st7i/sensor-de-peso/>
- Guevara, C (2016). **Diseño e implementación de un sistema de respaldo fotovoltaico con posicionamiento de un grado de libertad, para la iluminación del departamento de logística del campamento de la empresa TELCONET S.A Sede Guayaquil**. Guayaquil, Ecuador. Editorial Politécnica Salesiana.
- Guzmán, E. (2018) **Que es automatización**. Recuperado en:

<http://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/la-automatizacion-industrial-en-la-empresa-competitiva>

- Hurtado, J. (2007). **El proyecto de investigación**. Caracas. Editorial Quirón.
- Mendez C. (2005). **Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación**. Tercera Edición. Colombia. Editorial McGraw Hill.
- Mijares, H y García, L. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**. Carabobo: Editorial UJAP.
- Padilla, N (2017). **Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la guardia nacional Escuadrón Montado Guatopo, ubicado en el Parque Nacional Guatopo** Recuperado en:
- <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/14141/1/T.E.G.%20completo%20Edward%20O.%2C%20Alarc%C3%B3n%20M..pdf>
- Parella y Martins (2010). **Metodología de la investigación cualitativa**. Caracas: Editorial Fedupel. Segunda Edición.
- Perez. M. (2012). **Configuración de un PLC**. México. Editorial BMJ.
- Electrónicas**
- Sabino, C. (1996). **Introducción a la Metodología de Investigación**. Caracas: Editorial: Panapo.
- Sitio, S. (2014). **Energía Solar Fotovoltaica**. Recuperado en:
- <http://saber.ucv.ve/EnergiaSolarFoto/123456789/14141/1/T.E.G.%20completo%20Edward%20O.%2C%20Alarc%C3%B3n%20M..pdf>
- Tamayo, M. (1998). **El proceso de la investigación científica**. 3ra edición. México: Editorial Limusa.