



*"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"*

UNIVERSIDAD DE SONORA

**DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA
Ingeniería en Tecnología Electrónica**

Análisis descriptivo de un Sistema Fotovoltaico Instalado en las Estaciones de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA)

TESIS QUE PRESENTA:

Anya Carolina Contreras Hernández

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR DE TESIS

DR. ALEJANDRO GARCÍA JUÁREZ

ASESORES DE TESIS

M.C. JOSÉ HUMBERTO ABRIL GARCÍA

DR. NUN PITALÚA DÍAZ



Hermosillo, Sonora

Mayo 2017

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

AGRADECIMIENTOS

Sin dudar en ningún momento primero quiero dar gracias a dios padre porque sin duda alguna sin el yo no estuviera escribiendo estas palabras, a mi familia ya que han sido un gran apoyo, un soporte, una gran motivación en este viaje que ha sido un poco largo, por la confianza que han puesto en mi la cual me ha dado la fuerza suficiente para no desistir y poder llegar a este ciclo tan importante en mi vida.

Agradezco infinitamente al Dr. Alejandro García ya que fue una de las primeras personas en brindarme apoyo y confianza al retomar mis estudios, muchas gracias por tomarse el tiempo para escucharme, proporcionarme sus consejos, sus conocimientos; también el tomarme en cuenta para participar en este proyecto tan especial en conjunto con el Dr. Nun Pitalúa. También es importante mencionar un agradecimiento especial a CONACYT y Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), ya que con su colaboración y buena disposición ayudo en la realización de este proyecto.

Son demasiadas las personas, compañeros y maestros involucrados en este proceso a las cuales tengo que agradecer ya que han sido un factor muy importante al contribuir de diferentes maneras para la culminación de mi licenciatura; gracias por recordarme del porque hace varios años elegí estudiar esta maravillosa carrera.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	1
CAPÍTULO 1.....	5
Introducción general.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Objetivo.....	6
1.2.1 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Metodología.....	7
1.4 Distribución de la tesis.....	8
Referencias.....	8
CAPÍTULO 2	
Historia de la celda solar.....	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Principios teóricos de funcionamiento.....	10
2.3 Esquema Interno.....	10
2.3.1 Construcción de celdas solares.....	12
2.4 Definición de una celda fotovoltaica.....	14
2.5 ¿Cómo se fabrica un panel fotovoltaico?.....	14
Referencias.....	16
CAPÍTULO 3	
Elementos del Sistema.....	17
3.1 Paneles Fotovoltaicos Mono cristalinos y Poli cristalinos.....	17
3.2 Seguidor Solar.....	18
3.3 Inversor General.....	19

3.4	Micro Inversor.....	19
3.5	Envoy.....	20
3.6	Estación Meteorológica.....	21
3.7	Enrutador.....	21
3.8	Antena.....	22
3.9	Power Injector (POE).....	22
3.10	Switch Stream Network B5G124-24P2.....	23
	Referencias.....	24

CAPÍTULO 4

	Descripción General del Sistema.....	25
4.1	Diagrama del Sistema General Fotovoltaico.....	25
4.2	Diagrama de Instalación.....	26
4.3	Arreglos del Sistema Fotovoltaico.....	27
4.4	Internet al puerto.....	28
4.5	Configuración de Antenas.....	30
4.6	Enrutador inalámbrico para repartir la señal el sistema.....	32
4.7	Seguridad del Sistema Fotovoltaico.....	34
4.8	Funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico conectado a CFE.....	38
4.9	Anexo de fotografías del sistema fotovoltaico	39
	Referencias.....	44

CAPÍTULO 5

	Comunicación y Monitoreo.....	45
5.1	Comunicación y monitoreo inversor general.....	46
5.1.1	Monitoreo de los inversores generales.....	49
5.2	Comunicación y monitoreo micro inversores.....	50

5.2.1	Monitoreo de los micros inversores.....	51
5.3	Comunicación y monitoreo estación meteorológica.....	52
	Referencias.....	53

CAPÍTULO6

Conclusión.....	54
------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS.....	57
-------------------------------	-----------

Capítulo 1

1.1.- Introducción general

En la actualidad existe una gran cantidad de problemas que están ligados a nuestro ecosistema, los cambios climáticos por la contaminación y la poca conciencia han desatado bastantes catástrofes naturales, afectando a todo el planeta. El clima determina las condiciones de vida, las posibilidades de alimentación, la actividad económica en general

Como bien sabemos el sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde sus inicios, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos como aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta.

La unidad básica fotovoltaica es la celda solar y con ella se constituyen los módulos fotovoltaicos, elementos de fácil manejo que conectados entre sí componen el generador eléctrico de una instalación fotovoltaica. Otros elementos importantes del sistema son las conexiones eléctricas, los fusibles, los inversores, etc. [1]

El generador fotovoltaico suele estar constituido por más de un módulo fotovoltaico, estos módulos pueden estar asociados en serie y/o paralelo lo cual constituyen un panel fotovoltaico. Los módulos fotovoltaicos transforman directamente la luz solar en electricidad. [1]

¿Pero qué hacer con toda esta energía?

No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios posibles, esta fuente energética gratuita, limpia, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras fuentes alternativas poco seguras o contaminantes.

1.2.- Objetivo

Analizar que tecnología es la más conveniente en un sistema fotovoltaico de 40 kW a partir de varios arreglos con paneles solares, inversores generales y micro inversores instalados en 3 diferentes Estaciones de combustibles que se encuentran en los aeropuertos de Chihuahua, Mazatlán y Acapulco.

1.2.1.-Objetivos específicos:

Dar una nueva propuesta de un sistema sustentable, el cual nos permitirá realizar un análisis detallado de cuanta es la energía captada por los paneles solares vs la energía esperada.

Uno de los objetivos principales de este proyecto es la reducción del consumo de energía eléctrica producida por la Comisión Federal de Electricidad, mediante la generación de energías renovables como es la solar, aprovechando las diferentes tecnologías con las cuales contamos en la actualidad evitando el uso de contaminantes y de otras fuentes que perjudican nuestro entorno de manera negativa

1.3.- Metodología

El funcionamiento de este sistema fotovoltaico se basará básicamente en el diagrama que se muestra a continuación:

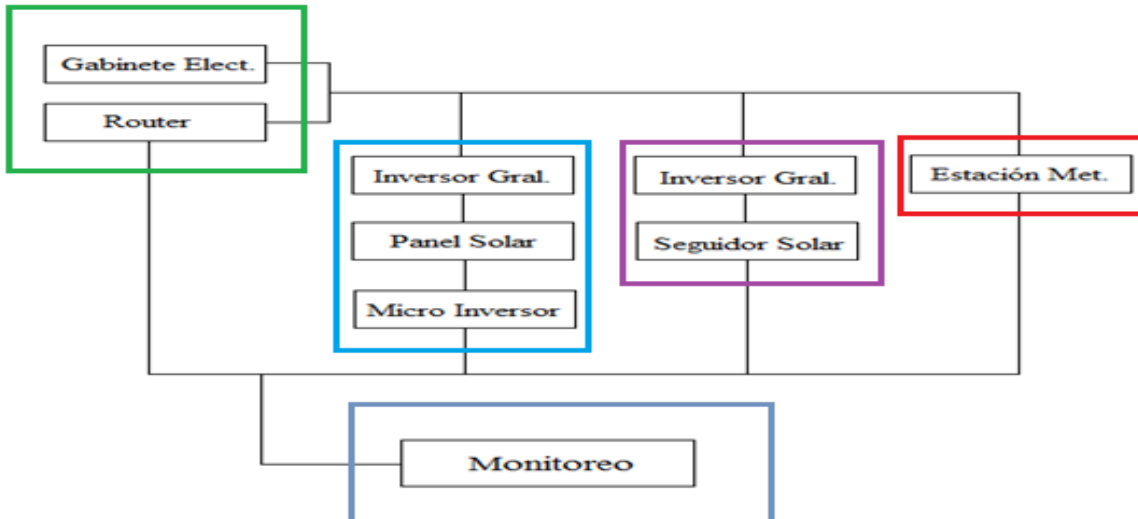


Figura 1.1 Figura del funcionamiento general del sistema fotovoltaico.

Tal como se muestra en la figura 1.1, intervienen varios elementos para conformar este sistema fotovoltaico, los paneles solares así como los seguidores solares van a estar conectados a los inversores generales y/o micros inversores los cuales estarán conectados vía internet hacia el gabinete donde se encuentra el enrutador y hacia el gabinete eléctrico. Los paneles al generar la corriente eléctrica la cual será captada por los inversores generales y los micros inversores para posteriormente ser enviada hacia un medidor bidireccional instalado por la CFE.

El monitoreo de la energía generada se puede revisar por 2 diferentes plataformas que se encuentran en internet, una exclusiva para los inversores generales y otra para los micro inversores.

Este es el mismo caso para la estación meteorológica la cual cuenta con su propia plataforma de monitoreo.

1.4.- Distribución de la tesis

La propuesta de esta tesis se encuentra distribuida en 6 capítulos los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1. Se da una breve introducción de los beneficios de utilizar tecnología sustentable y la descripción de un sistema fotovoltaico a partir de 12 arreglos de paneles solares así como de los diferentes componentes que son parte de este sistema. Se describe el objetivo y la metodología que se llevara a cabo dentro de este trabajo.

Capítulo 2.- Se brinda una breve información acerca de los inicios de los paneles fotovoltaicos. Se explica el funcionamiento de los paneles así como una explicación de su proceso de elaboración, construcción y su respectiva definición.

Capítulo 3.- Se realiza una breve explicación y definición de los elementos que van a ser partícipes en el sistema fotovoltaico, así como las características principales de estos equipos para tener una mejor comprensión de su funcionamiento.

Capítulo 4.- Se realiza una explicación del diagrama de instalación de sistema fotovoltaico y cómo interactúan en conjunto todos los elementos para que funcione este sistema. Se da una breve introducción de los diferentes sistemas de seguridad implementados. Se anexan fotos de la sedes de Acapulco y Mazatlán.

Capítulo 5.- En este capítulo se logra ver y analizar de manera breve la comunicación entre los equipos y la configuración de estos para obtener los datos de la energía que se está produciendo mediante el monitoreo de los diferentes equipos que participan en el sistema fotovoltaico. Se realiza una pequeña comparación entre los diferentes sistemas instalados en las 3 sedes del país.

Capítulo 6.- Por último se hace un breve análisis de este proyecto mencionando los beneficios de utilizar este tipo de tecnología.

Referencias:

[1] La envolvente fotovoltaica en la arquitectura.... (2007) By Nuria Martín Chivelet, Ignacio Fernández Solla. Editorial Reverté

Capítulo 2

Historia de la celda solar

2.1 Antecedentes

A inicios del Siglo XXI la energía solar fotovoltaica se presenta como una de las opciones con más futuro para liderar la revolución energética que se aproxima.

El efecto fotovoltaico fue descubierto por el francés Alexandre Edmond Becquerel en 1838 cuando tenía sólo 19 años. Becquerel estaba experimentando con una pila electrolítica con electrodos de platino cuando comprobó que la corriente subía en uno de los electrodos cuando este se exponía al sol. Comprobó que algunos materiales presentaban una propiedad conocida hoy en día como efecto fotoeléctrico que hace que absorban fotones de luz y se generen electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica, que puede ser utilizada en electricidad. [1]

El siguiente paso se dio en 1873 cuando el ingeniero eléctrico inglés Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos. En este caso sobre el Selenio.

Pocos años más tarde, en 1877, El inglés William Grylls Adams profesor de Filosofía Natural en la King College de Londres, junto con su alumno Richard Evans Day, crearon la primera célula fotovoltaica de selenio.

Si bien en todos estos descubrimientos la cantidad de electricidad que se obtenía era muy reducida y quedaba descartada cualquier aplicación práctica, se demostraba la posibilidad de transformar la luz solar en electricidad por medio de elementos sólidos sin partes móviles.

La posibilidad de una aplicación práctica del fenómeno no llegó hasta 1953 cuando Gerald Pearson de Bell Laboratories, mientras experimentaba con las aplicaciones en la electrónica

del silicio, fabricó casi accidentalmente una célula fotovoltaica basada en este material que resultaba mucho más eficiente que cualquiera hecha de selenio. A partir de este descubrimiento, otros dos científicos también de Bell, Daryl Chaplin y Calvin Fuller perfeccionaron este invento y produjeron celdas solares de silicio capaces de proporcionar suficiente energía eléctrica como para que pudiesen obtener aplicaciones prácticas de ellas.

De esta manera empezaba la carrera de las placas fotovoltaicas como proveedoras de energía.[1]

2.2 Principios teóricos del funcionamiento de una celda solar.

Algunos de los fotones, que provienen de la radiación solar, impactan sobre la primera superficie del panel, penetrando en este y siendo absorbidos por materiales semiconductores, tales como el silicio o el Arsenio de galio.

Los electrones, subpartículas atómicas que forman parte del exterior de los átomos, y que se alojan en orbitales de energía cuantizada, son golpeados por los fotones liberándose de los átomos a los que estaban originalmente confinados.

Esto les permite, posteriormente, circular a través del material y producir electricidad. Las cargas positivas complementarias que se crean en los átomos que pierden los electrones, (parecidas a burbujas de carga positiva) se denominan huecos y fluyen en el sentido opuesto al de los electrones, en el panel solar. [2]

2.3 Esquema Interno

Los módulos fotovoltaicos funcionan por el efecto fotoeléctrico. Cada celda fotovoltaica está compuesta de, al menos, dos láminas delgadas de silicio. Una está dopada con elementos de menos electrones de valencia que el silicio, denominada P y otra con elementos con más electrones que los átomos de silicio, denominada N. [3]

Aquellos fotones procedentes de la fuente luminosa, que presentan energía adecuada, inciden sobre la superficie de la capa P, y al interactuar con el material liberan electrones de los átomos de silicio los cuales, en movimiento, atraviesan la capa de semiconductor, pero no pueden volver. La capa N adquiere una diferencia de potencial respecto a la P. Si se conectan unos conductores eléctricos a ambas capas y estos, a su vez, se unen a un dispositivo o elemento eléctrico consumidor de energía que, usualmente y de forma genérica se denomina carga, se iniciará una corriente eléctrica continua. Tal cual se muestra de forma esquemática y complementando el párrafo anterior en la figura 2.1

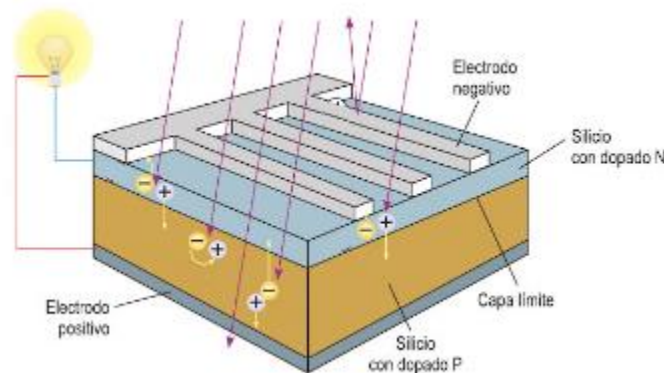


Figura 2.1 Funcionamiento de una célula solar

Este tipo de paneles producen electricidad en corriente continua y aunque su efectividad depende tanto de su orientación hacia el sol como de su inclinación con respecto a la horizontal, se suelen montar instalaciones de paneles con orientación e inclinación fija, por ahorros en mantenimiento. Tanto la inclinación como la orientación, al sur, se fija dependiendo de la latitud y tratando de optimizarla al máximo usando las recomendaciones de la norma de la Organización Internacional de Normalización (ISO) [3]

La celda solar más usual está fabricada en silicio y configurada como una gran área de unión p-n. Una simplificación de este tipo de placas puede considerarse como una capa de silicio de tipo n directamente en contacto con una capa de silicio de tipo p. En la práctica, las uniones p-n de las celdas solares, no están hechas de la manera anterior, más bien, se elaboran por difusión de un tipo de dopante en una de las caras de una oblea de tipo p o de tipo n. [4]

Si la pieza de silicio de tipo p es ubicada en contacto con una pieza de silicio de tipo n, tiene lugar la difusión de electrones de la región con altas concentraciones de electrones (la cara de tipo n de la unión) hacia la región de bajas concentraciones de electrones (cara tipo p de la unión).

Tal como se logra ver en la figura 2.2, donde los electrones se difunden a través de la unión p-n, se recombinan con los huecos de la cara de tipo p. Sin embargo, la difusión de los portadores no continúa indefinidamente. Esta separación de cargas, que la propia difusión crea, genera un campo eléctrico provocado por el desequilibrio de las cargas parando, inmediatamente, el flujo posterior de más cargas a través de la unión. [4]

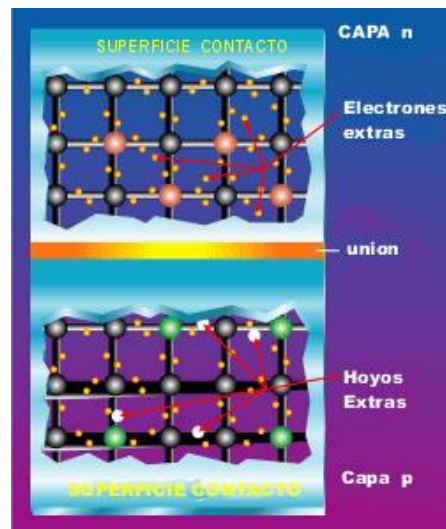


Figura 2.2 Unión N-P en una celda solar

El campo eléctrico establecido a través de la creación de la unión p-n crea un diodo que permite el flujo de corriente en un solo sentido a través de dicha unión. Los electrones pueden pasar del lado de tipo n hacia el interior del lado p, y los huecos pueden pasar del lado de tipo p hacia el lado de tipo n. Esta región donde los electrones se han difundido en la unión se llama región de agotamiento porque no contiene nada más que algunos portadores de carga móviles. Es también conocida como la región de espacio de cargas [4].

2.31 Construcción de celdas solares:

Sin duda alguna, el silicio es el material que comúnmente se utiliza para la elaboración de celdas solares, el silicio se obtiene de la sílice (compuesta de silicio y oxígeno), este compuesto es muy abundante ya que se encuentra en la arena y en los cuarzos [5]

El proceso de fabricación de las celdas solares de silicio lo podemos dividir en las siguientes fases:

a) Obtención de Si de alta pureza. A partir de las rocas ricas en cuarzo (formadas principalmente por SiO_2 , muy abundante en la naturaleza) y mediante el proceso de reducción con carbono se obtiene Silicio con una pureza aproximada del 99%, que no resulta suficiente para usos electrónicos. Por eso el silicio tiene que pasar por otros procesos químicos, normalmente destilaciones de compuestos, hasta que la concentración de impurezas es inferior al 0.2 partes por millón.[5]

b) Segunda fase: Cristalización. Una vez fundido el Silicio, se inicia la cristalización a partir de una semilla. Dicha semilla es extraída del silicio fundido, este se va solidificando de forma cristalina, dando como resultado un monocristal. El procedimiento más utilizado es el método Czochralsky.[5]

Se obtienen principalmente dos tipos de estructuras: una monocristalina (con un único frente de cristalización) y la otra la policristalina (con varios frentes de cristalización, aunque con unas direcciones predominantes). La diferencia principal radica en el grado de pureza del silicio durante el crecimiento (cristalización). [5]

c) Tercera fase: Obtención de Obleas. El proceso de corte es de gran importancia en la producción de las láminas a partir del lingote, ya que hay una pérdida muy grande de material (ya que puede alcanzar el 50%). El espesor de las obleas resultantes suele ser de 2-4 mm.

d) Cuarta fase: Fabricación de la celda. Una vez obtenida la oblea, es necesario mejorar su superficie, que presenta irregularidades y defectos debidos al corte, además de retirar de la misma los restos que puedan llevar (polvo, virutas), mediante el proceso de decapado.[5] Con la oblea limpia, se procede al texturizado aprovechando las propiedades cristalinas del Silicio para obtener una superficie que absorba con más eficiencia la radiación solar. Posteriormente se procede a la formación de la unión PN mediante la fusión de distintos materiales (compuestos de fósforo para las partes N y compuestos de boro para las partes P, aunque normalmente, las obleas ya están dopadas con boro).

El siguiente paso es la formación de los contactos metálicos de la celda, en forma de rejilla en la cara iluminada por el sol de modo que permita el paso de la luz y la extracción de corriente, mientras que la otra cara está totalmente cubierta de metal.[5]

Finalmente, se procede a añadir una capa anti reflexiva sobre la celda solar, con el fin de mejorar las posibilidades de absorción de la radiación solar. [5]

Después de explicar de manera breve la elaboración de celdas solares a partir del silicio, en la figura 2.3 se muestra de forma esquemática, la obtención de un módulo a partir de materias primas.

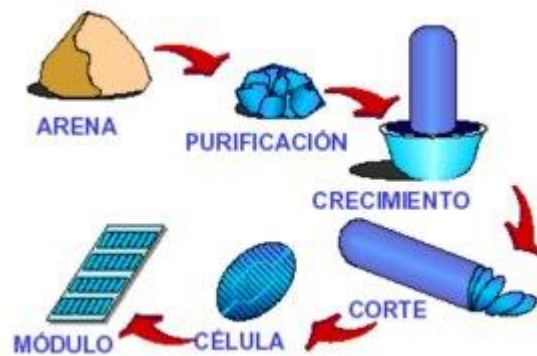


Figura 2.3 Construcción General de un módulo fotovoltaico

2.4 Definición de una celda fotovoltaica:

Las celdas fotovoltaicas son sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico en su forma más simple, estos materiales se componen de un ánodo y un cátodo recubierto de un material fotosensible. La luz que incide sobre el cátodo libera electrones que son atraídos hacia el ánodo, de carga positiva, originando un flujo de corriente proporcional a la intensidad de la radiación solar, que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente que puede ser utilizada como electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente de silicio. [4]

2.5 ¿Cómo se fabrica un panel fotovoltaico?

Un panel fotovoltaico está formado por un conjunto de celdas solares conectadas eléctricamente entre sí en serie y paralelo hasta conseguir el voltaje adecuado para su uso.[6]

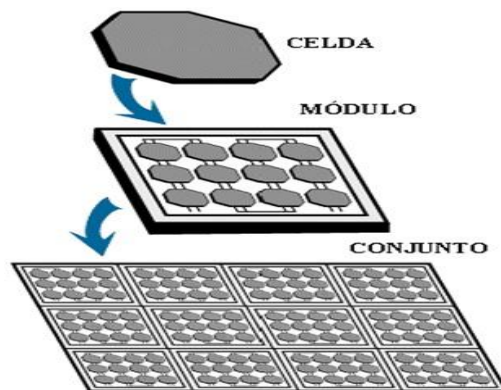


Figura 2.4 Módulo general fotovoltaico

Como se logra ver en la figura 2.4 los módulos generalmente están formados por 30, 32, 33 y 36 celdas en serie según la aplicación requerida formando estas a su vez un conjunto de celdas solares.

Se busca otorgar al módulo rigidez en su estructura, aislación eléctrica y resistencia a los agentes climáticos, tal como se muestra en la figura 2.5; por esto las celdas conectadas en serie son encapsuladas en un plástico elástico (Etilvinilacelato) que hace las veces de aislante eléctrico, un vidrio templado de bajo contenido de hierro.

En la cara que mira al sol y una lámina plástica multicapa (poliéster) en la cara posterior constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las celdas haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre estas. El marco de metal que normalmente es de aluminio que asegura la rigidez y estanqueidad al conjunto y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel. [6]

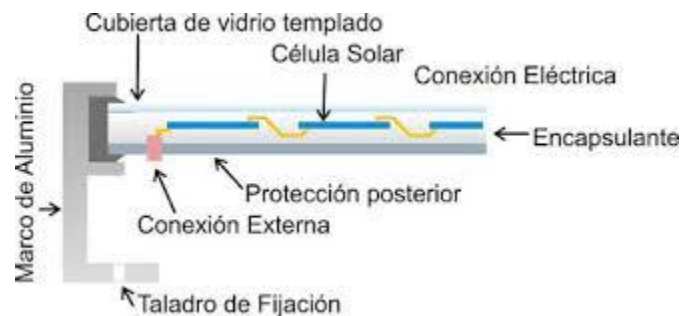


Figura 2.5 Corte transversal de un panel fotovoltaico

Existen 3 tipos de celdas solares las cuales presentan diferentes características como el color, estructura, eficiencia, etc. En la figura 2.6 se muestra la eficiencia de estas celdas solares:

TIPO DE CELDA	Eficiencia
Silicio Amorfo (a-Si)	12.5 %
Silicio Polycristalino	15.5%
Silicio Monocristalino	17.0%

Figura 2.6 Eficiencia de las 3 diferentes celdas solares

Referencias:

[1] Manuel Fernández Barreras. (2013). Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica. Madrid: Liber Factory.

[2] Jose Antonio Carta Gonzalez. (2009). Generación Eléctrica con Energías Renovables . Las Palmas : Pearson Educación.

[3] Miguel Moro Vallina. (2010). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Paranunfo.

[4] Araceli Salazar Peralta, Alfredo Pichardo J.. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable.. Revista de Investigación y Desarrollo, Vol. 2 No. 511-20, 11-20.

[5] Eduardo Lorenzo Pigueiras. (1994). Electricidad Solar Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Sevilla: Progenisa.

[6] Germán Santamaría, Agustín Castejón. (2010). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Editex

Capítulo 3

Elementos del Sistema

3.1 Paneles Fotovoltaicos Mono cristalinos y Poli cristalinos.

Las celdas de silicio monocristalino se obtienen a partir de silicio muy puro, que se une en un crisol junto con una pequeña proporción de boro. Una vez que el material se encuentra en estado líquido se le introduce una varilla con un cristal de silicio, que va creciendo con nuevos átomos procedentes del líquido, que quedan ordenados siguiendo la estructura del cristal. De esta forma se obtiene una monocristal impurificado, que luego se corta en obleas de aproximadamente 3 décimas de milímetro de grosor. Estas obleas se introducen después en hornos especiales, dentro de los cuales se difunden átomos de fósforo que se depositan sobre una cara y alcanzan una cierta profundidad en su superficie. Posteriormente, y antes de realizar la serigrafía para las interconexiones superficiales, se recubren con un tratamiento anti reflexivo de bióxido de titanio o zirconio. En las celdas policristalinas, en lugar de partir de un monocristal, se deja solidificar lentamente sobre un molde la pasta de silicio, con lo cual se obtiene un sólido formado por muchos pequeños cristales de silicio, que pueden cortarse luego en finas obleas policristalinas. [1]



Figura 3.1 Páneles solares utilizados

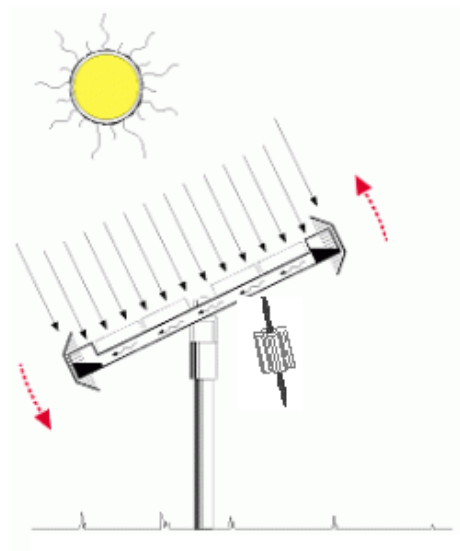
En la figura 3.1 se logra ver los 2 diferentes tipos de paneles utilizados en el sistema fotovoltaico, en la figura 3.1.a se muestra un panel monocristalino y en la figura 3.1.b se encuentra el panel policristalino también utilizado.

3.2 Seguidor Solar

En la figura 3.2.a se muestra el seguidor solar (pasivo) utilizado en este sistema fotovoltaico; se le nombra pasivo ya que no utiliza motores, ni engranajes ni controles que puedan fallar. Utiliza un refrigerante bajo presión en dos cilindros que corren a lo largo de los bordes de la superficie de captación de radiación. Los cilindros están sombreados y conectados por un tubo. Cuando la radiación incidente no es normal al plano de captación, uno de los cilindros se calienta más que el otro. Parte del refrigerante en el cilindro afectado se evapora para crear una nueva presión de saturación. El aumento de la presión fuerza un poco de líquido en el cilindro sombreado más frío, causando un torque adicional para actuar sobre el eje de rotación de la estructura. Tal cual se logra apreciar en la figura 3.2.b. El sombreado está diseñado de tal manera que este par gire el cilindro no sombreado hacia la sombra. [2]



a)



b)

Figura 3.2 Seguidor Solar Zomeworks

3.3 Inversor General

Un inversor es un dispositivo capaz de convertir la corriente continua producida por la generación de electricidad del sistema fotovoltaico en corriente alterna con los parámetros adecuados de tensión y frecuencia. En el sistema fotovoltaico se utilizaron 2 tipos de inversores generales, los cuales se muestran en la figura 3.3.a un inversor general primo y el inversor general galvo en la figura 3.3.b. Según el destino que se vaya a dar la corriente producida, los inversores pueden ser de dos tipos:

Inversores para sistemas fotovoltaicos autónomos.

Inversores para sistemas fotovoltaicos conectados a la red. [3]



a)



b)

Figura 3.3 Inversores Generales

3.4 Micro inversor

El micro inversor es otro de los elementos que intervienen en el sistema fotovoltaico, el cual se logra ver una réplica en la figura 3.4 el funcionamiento de este es maximizar la producción de energía del sistema fotovoltaico.

Cada micro inversor está conectado individualmente a un módulo de instalación. Esta configuración significa que un sistema individual de seguimiento del punto de máxima potencia controla cada módulo fotovoltaico. Esto asegura que la máxima potencia disponible en cada módulo se exporta a la red eléctrica independientemente del funcionamiento del resto de paneles fotovoltaicos del sistema.

Por tanto, aunque algún panel del sistema puede verse afectado por sombras, suciedad, distinta orientación, el Micro inversor Enphase asegura el máximo rendimiento posible del panel asociado sin verse afectado o afectar al resto como en una instalación convencional con series de paneles. [4]



Figura 3.4 Micro inversor enphase

3.5 Envoy

El Envoy es el cerebro del sistema, puede instalarse en una instalación interior, conectando su toma de corriente en la misma fase de la casa donde están conectados los inversores, ya que estos se comunican con el Envoy a través de la propia red eléctrica el cual recopila datos de cada micro inversor y los envía al software. Conectando el sistema de comunicaciones Envoy mediante cable Ethernet a un Router, estamos proporcionando conexión a internet directa a los inversores los cuales automáticamente enviarán información al servidor web Enlighten de Enphase.

El envoy utilizado en este sistema fotovoltaico se muestra en la figura 3.5 [4]



Figura 3.5 Envoy

3.6 Estación Meteorológica

La estación meteorológica es otro de los elementos que se utilizaron para este sistema fotovoltaico, este nos permite visualizar todas las variables meteorológicas de forma simultánea, el modelo que se utilizó es el que se muestra en la figura 3.6



Figura 3.6 Elementos de la Estación Meteorológica

3.7 Enrutador

Un enrutador es un dispositivo de hardware que permite la interconexión en red. Este opera dispositivo opera en capa, lo que permite que varias redes u ordenadores se conecten entre sí, por ejemplo compartir una misma conexión de internet.

Un enrutador se vale de un protocolo de enrutamiento, que le permite comunicarse con otros enrutadores o encaminadores y compartir información entre sí. El modelo utilizado en este sistema fotovoltaico es el que se muestra en la figura 3.7 [5]



Figura 3.7 Router Tp Link wr 841hp

3.8 Antena

Una antena se encargará de captar la señal de wi-fi, la cual puede estar hasta a dos kilómetros de distancia entre punto a punto desde donde se desea captar la señal. En el sistema fotovoltaico se utilizaron 2 modelos diferentes, el modelo Tp Link 721 se muestra en la figura 3.8.a y el otro modelo Nanostation Loco M2 se puede ver en la figura 3.8.b.[6]



Figura 3.8 Antenas utilizadas

3.9 Power Injector (POE)

POE (Power Over Ethernet) nos permite alimentar dispositivos con el mismo cable de red (es decir cable con conector RJ45). El POE fue uno de los principales elementos ya que es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red como, por ejemplo, un teléfono IP o una cámara de red, usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red. Este se logra apreciar en la figura 3.9[7]



Figura 3.9 Power Injector (POE)

3.10 Switch Stream Network B5G124-24P2

Un switch es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas siguen el estándar conocido como Ethernet. Existen varios modelos, pero con el que se cuenta en las estaciones de ASA es el que se muestra en la figura 3.10

La función básica de un switch es la de unir o conectar dispositivos en red. Es importante tener claro que un switch no proporciona por si solo conectividad con otras redes, y obviamente, tampoco proporciona conectividad con Internet. Para ello es necesario un router. [8]



Figura 3.10 Switch Stream Network B5G124-24P2

Referencias:

- [1] Jaime González Velasco (2009). Energías Renovables. Barcelona:
- [2] Zome Works Corporarion. (2010). UTRF- Series Track Rack. 2016, de Eco Direct Sitio web: https://s3.amazonaws.com/ecodirect_docs/ZOMEWORKS/UTRF_Manual.pdf
- [3] Germán Santamaría, Agustín Castejón. (2010). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Editex
- [4] Enphase Energy. (2012). Microinversor Enphase Modelo M215. 2016, de Compra Solar Sitio web: http://www.comprasolar.com/files/manuales/Es/MANUAL_INSTALACION_M215_ES.pdf
- [5] Definiciónabc Recuperado por: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/router.php/>
- [6] Conectar a una wifi cercana y compartir señal, 2015, de Compartir Wifi Sitio web: <http://www.compartirwifi.com/blog/conectar-a-una-wifi-cercana-y-repartir-la-senal-en-el-interior-de-tu-casa-con-antena-externa-y-router-neutro/>
- [7] Richard Froom (2015) (2015) Implementing Cisco Ip Switched Network. North Carolina: Cisco Press.
- [8] James Long (2006) Storage Networking Protocol Fundamentals. North Carolina: Cisco Press.

Capítulo 4

Descripción General del Sistema

En los capítulos anteriores se describieron las ventajas de aprovechar la energía solar y describimos también de manera general el modo en que funcionan los diferentes elementos que componen un sistema solar fotovoltaico. En esta ocasión profundizaremos en la descripción de todo el sistema fotovoltaico instalado en las 3 diferentes sedes del país.

4.1 Diagrama del Sistema General Fotovoltaico

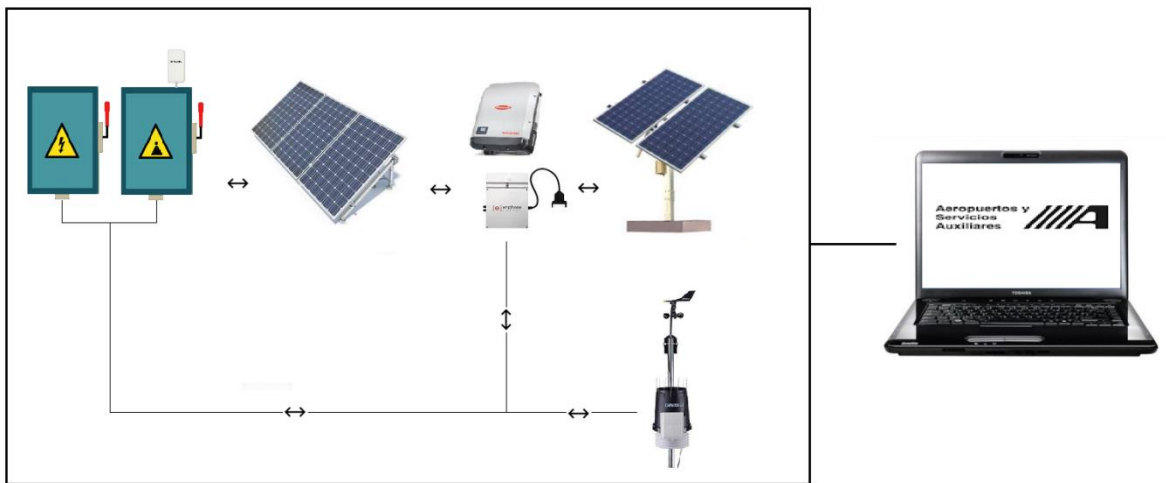


Figura 4.1 Diagrama del Sistema General Fotovoltaico

En la figura 4.1 se muestra una mini réplica del sistema fotovoltaico el cual consta de 156 paneles solares de los cuales 100 de estos paneles son poli cristalinos y los 56 restantes son mono cristalinos, se cuenta con 6 inversores generales de los cuales se tienen 2 inversores fronijs galvo de 1.5kw, 2 inversores fronijs primo de 3.8kw, 2 inversores fronijs primo de 5kw, se tienen 78 micro inversores y 4 estructuras de seguidor solar, 1 estación meteorológica.

4.2 Diagrama de Instalación

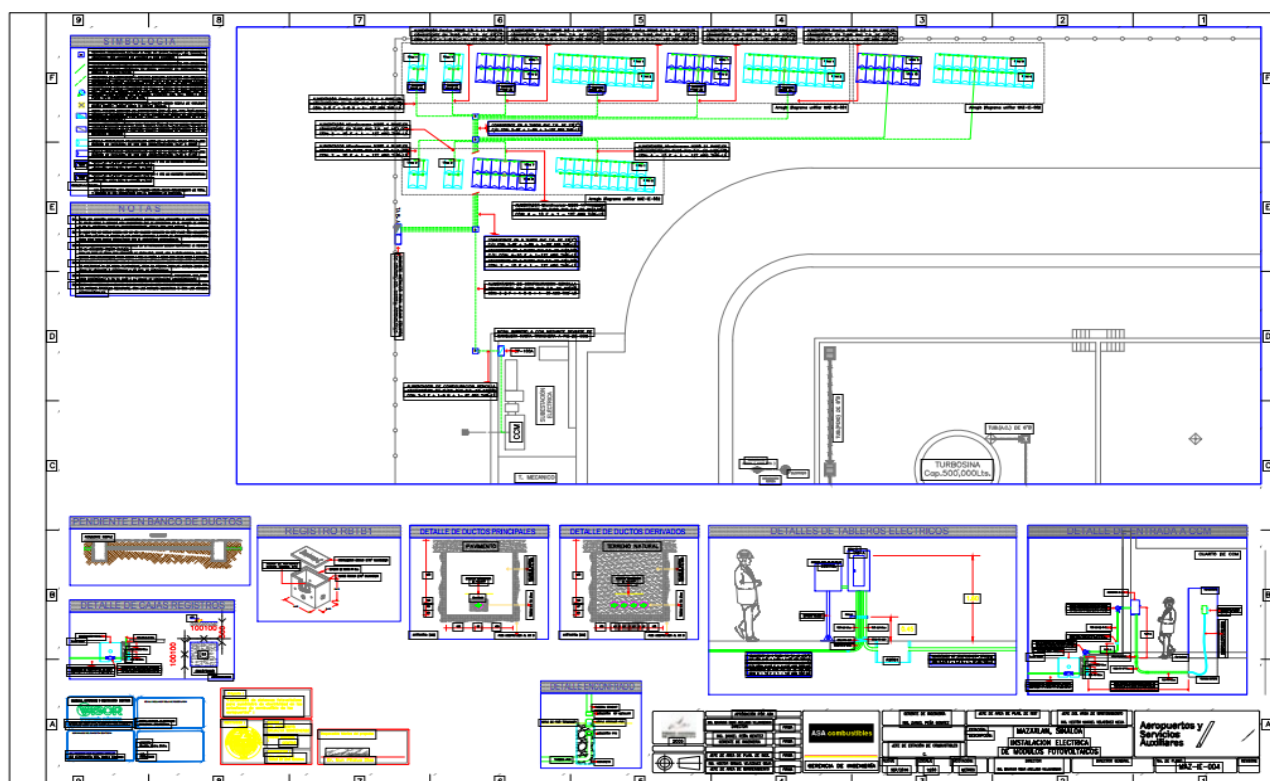


Figura 4.2 Diagrama de Instalación del Sistema Fotovoltaico en Mazatlán

El diagrama que se muestra en la figura 4.2, se logra ver el plano de instalación del Sistema fotovoltaico en Mazatlán mostrando a grandes rasgos su distribución.

- Los paneles instalados están orientados al sur verdadero con el ángulo de inclinación calculado para el mes crítico considerando la latitud de la zona donde se instalaron los arreglos de paneles por ejemplo: 19° - 25° para México.
- Las cajas de conexión de los módulos fotovoltaicos quedaron accesibles, sin obstrucción por la estructura.
- Los módulos fotovoltaicos se sujetaron cada uno al menos con 4 tornillos y cada tornillo con rondanas planas y de presión resistentes a la corrosión. En el caso de módulos individuales se garantiza que al momento de instalarlos, quedaron con una separación de al menos 7 mm entre ellos (que es el espesor de un tornillo de $\frac{1}{4}''\Phi$).
- El controlador y/o Acondicionador de energía no quedaron expuestos al sol. [1]

4.3 Arreglos del Sistema Fotovoltaico

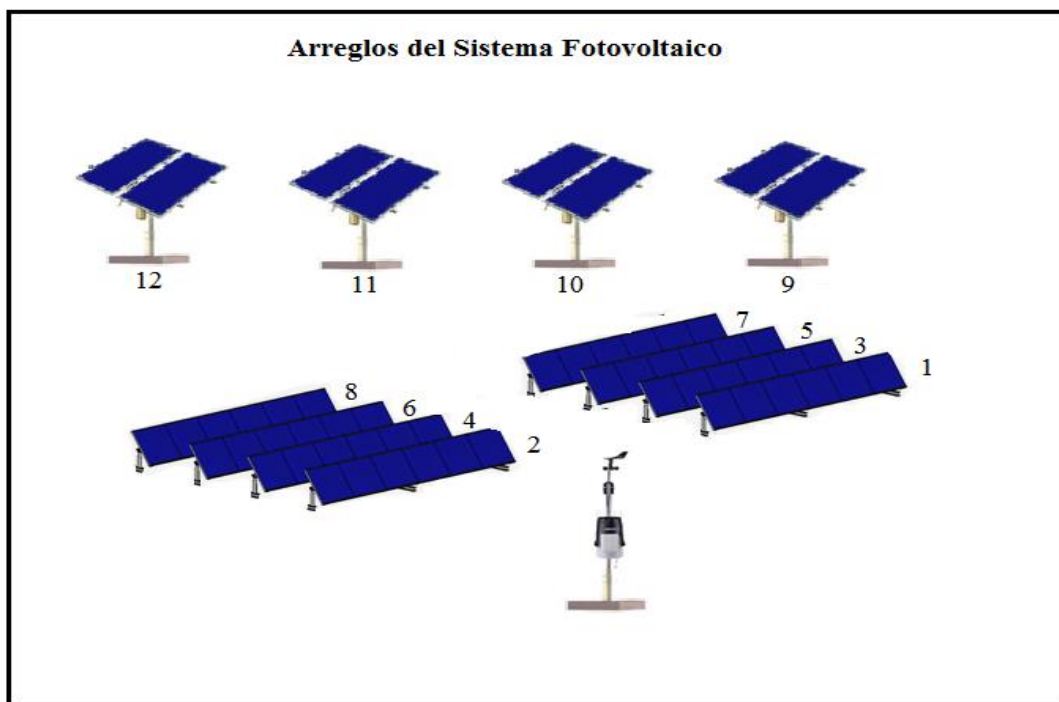


Figura 4.3 Diagrama de los Arreglos del Sistema General Fotovoltaico

El sistema fotovoltaico cuenta con 12 arreglos, una mini replica de estos arreglos se muestra en la figura 4.3, el cual está compuesto por:

- 1.- Arreglo que consta de 14 paneles mono cristalinos con un inversor fronius primo de 3.8kw.
- 2.- Arreglo que consta de 14 paneles mono cristalinos con 14 micro inversores.
- 3.- Arreglo que consta de 20 paneles poli cristalinos con un inversor fronius primo de 5kw.
- 4.- Arreglo que consta de 20 paneles poli cristalinos con 20 micro inversores 250 w.
- 5.- Arreglo que consta de 20 paneles poli cristalinos con un inversor fronius primo de 5kw.
- 6.- Arreglo que consta de 20 paneles poli cristalinos con 20 micro inversores.
- 7.- Arreglo que consta de 14 paneles mono cristalinos con un inversor fronius primo de 3.8kw.
- 8.- Arreglo que consta de 14 paneles mono cristalinos con 14 micros inversores de 250 w.
- 9.- Arreglo que consta de 5 paneles poli cristalinos con 1 inversor fronius galvo 1.5kw.
- 10.- Arreglo que consta de 5 paneles poli cristalinos con 1 inversor fronius galvo 1.5kw.
- 11.- Arreglo que consta de 5 paneles poli cristalinos con 5 micro inversores 250 w.
- 12.- Arreglo que consta de 5 paneles poli cristalinos con 5 micro inversores de 250 w.

4.4 Internet al puerto

Ya que el sistema fotovoltaico esta instalado, el siguiente paso es configurar las antenas del exterior, para esto el Area de Sistemas de ASA nos habilitó un puerto en el switch que se encuentra en las oficinas de la estación el cual se puede ver en la figura 4.4

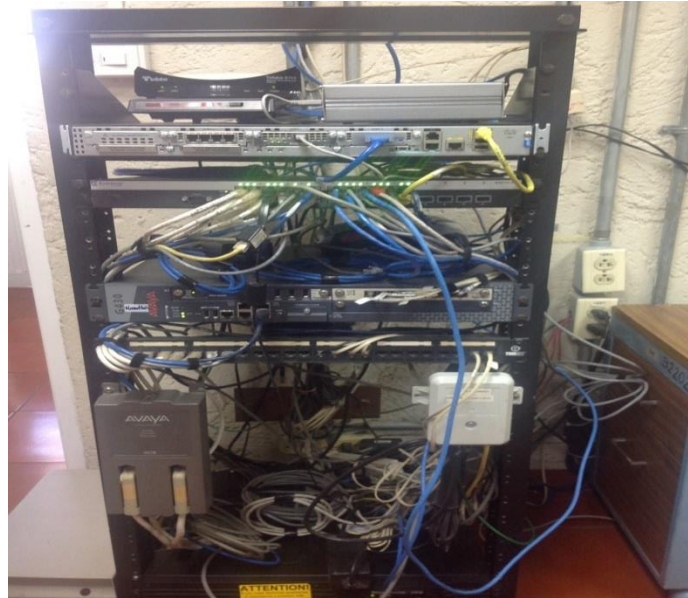


Figura 4.4 Foto del switch

El puerto asignado y habilitado con internet previamente por ASA se ve en la figura 4.5.

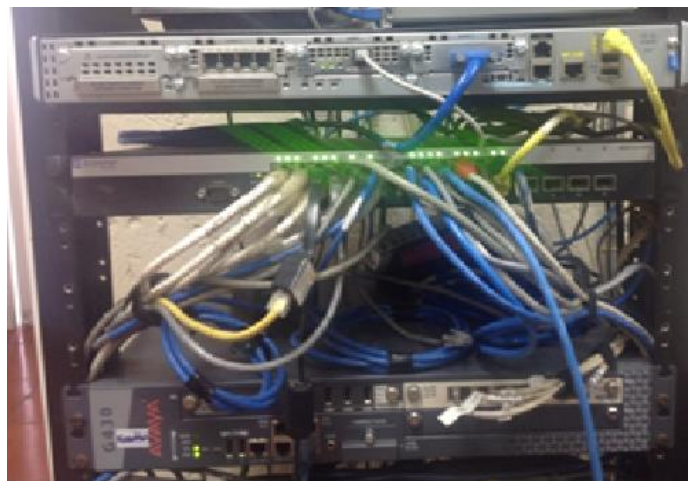


Figura 4.5 Foto del puerto asignado

Con las antenas para exteriores entra un aparato llamado POE, este sirve para dar corriente y red a la antena; se conectó la antena al POE y este se conecta a un PC mediante cable de red y también se conecta a la corriente eléctrica. En la figura 4.6 se muestra una de las antenas (emisora) la cual se encuentra instalada en la parte superior de la oficina de ASA.

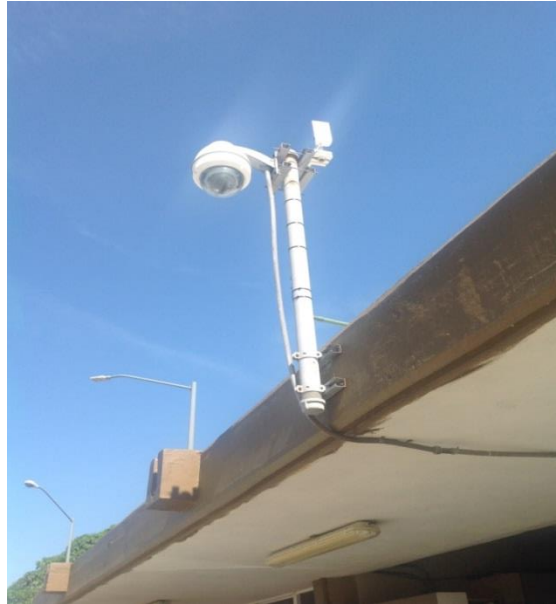


Figura 4.6 Foto antena emisora

En la figura 4.7 se logra ver la segunda antena de exterior (receptora) la cual se alinea con la antena emisora como se muestra para lograr una mejor transmisión.



Figura 4.7 Foto antena receptora

4.5 Configuración de Antenas

Para configurar la antena receptora entramos al panel de configuración y llenamos todos los datos necesarios, lo primero es seleccionar la opción de “Quick setup”, se realizan estos ajustes para que la antena pueda recibir la señal de wifi. La primer pantalla que nos aparece al empezar la configuración se muestra en la figura 4.8



Figura 4.8 Empezando la configuración

A continuación nos aparece una segunda pantalla la cual se muestra en la figura 4.9, en esta parte de la configuración seleccionamos la opción de “AP (Access Point)” logrando con esto el acceso al internet en la antena emisora.

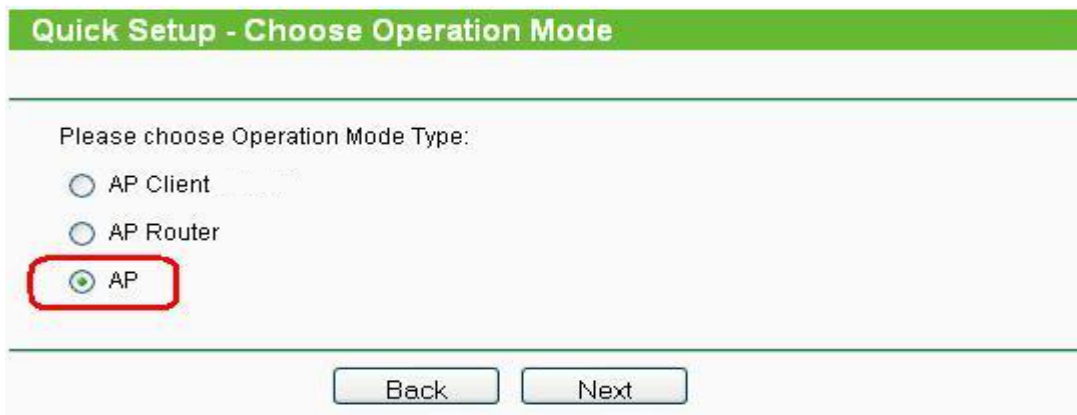


Figura 4.9 Configurando antena en Access Point

Ya que tenemos internet en la antena emisora lo siguiente es configurar la antena receptora en la pantalla tal cual se muestra en la figura 4.10 se selecciona en modo “AP Client (Access Point Client)”, esto se hace para que pueda recibir la señal de internet y la envíe al enrutador vía Ethernet.

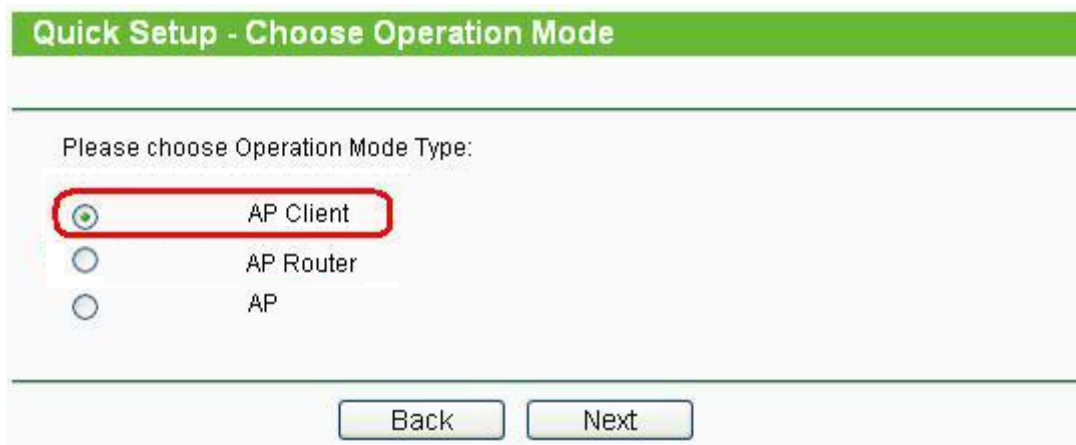


Figura 4.10 Configurando antena receptora en Access Point Client

Al realizar este paso ya se puede llevar a cabo la conexión vía inalámbrica y a partir de ese instante el cable ethernet conectado a la antena ya estará compartiendo la señal inalámbrica que está recibiendo por parte de la antena emisora.

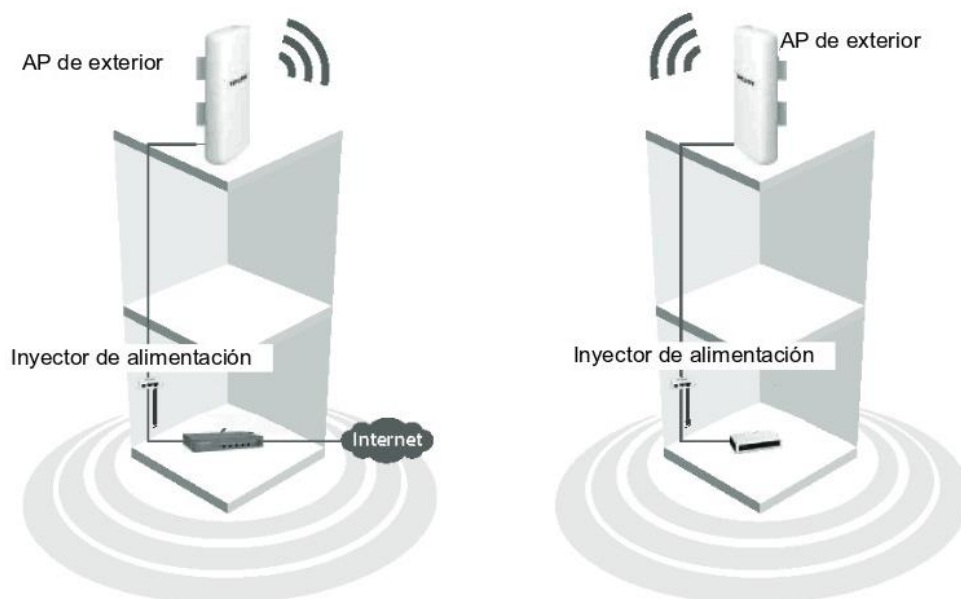


Figura 4.11 Antena emisora y Antena receptora configuradas

Bien, ahora como se muestra en la figura 4.11 se tiene la antena emisora conectada al internet para posteriormente transmitir una señal con internet a la antena receptora la cual se le conecta un cable Ethernet mientras que el otro extremo está conectado al enrutador para que este pueda transmitir la señal de internet para el sistema fotovoltaico con el uso del enrutador de la siguiente manera:

Se conecta el enrutador a la PC, después se procede de la misma manera que con la antena para configurarlo, sólo debes crear una nueva red wifi, esa red wifi será la que reparta la conexión a Internet en todo el sistema fotovoltaico.

4.6 Enrutador inalámbrico para repartir la señal el sistema.

Ya que se crea la red de wifi, se conecta la antena del exterior al POE y este a su vez se le conecta el enrutador el cual se va a encargar de repartir la señal para todo el sistema fotovoltaico.



Figura 4.12 Antena emisora y Antena receptora configuradas

Como se puede apreciar en la figura 4.12 el enrutador es indispensable ya que lanza una señal de wifi la cual se utiliza para la conexión con los inversores generales, sumado a esto cuenta con puertos de Ethernet en la parte de atrás, los cuales fueron necesarios para

conectar el envío de los micro inversores y para conectar la estación meteorológica tal cual se ve en la figura mencionada.

En la siguiente figura 4.13 se muestra de manera esquemática como se conecta físicamente la antena receptora al POE y de este se conecta con un cable Ethernet al enrutador, el cual se encargara de distribuir la señal de internet inalámbricamente y alámbrica para poder realizar el monitoreo del sistema fotovoltaico.

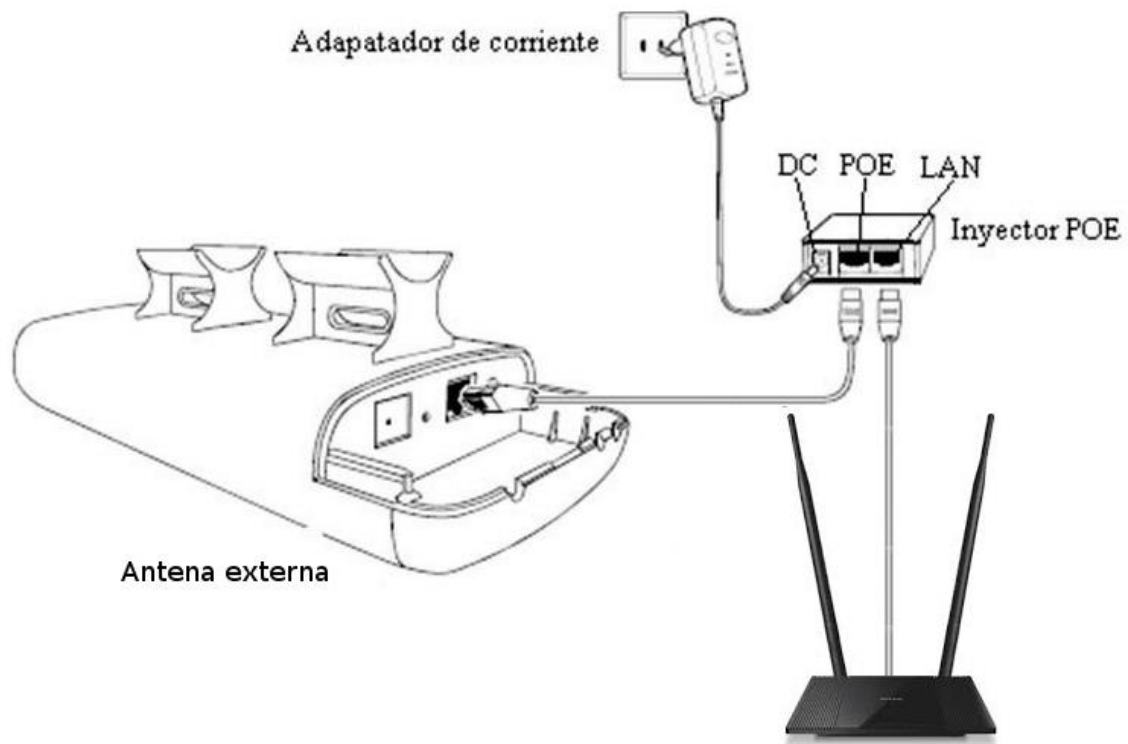


Figura 4.13 Conexión del enrutador a la antena receptora

4.7 Seguridad del Sistema Fotovoltaico

Este sistema fotovoltaico cuenta con un buen sistema de protección contra las descargas atmosféricas y sobretensiones que se puedan presentar por las inclemencias climatológicas, respetando las normas técnicas las cuáles tendremos la oportunidad de mencionar alguna de estas en este trabajo de tesis.

El cableado instalado en el sistema fotovoltaico cumple con lo requerido en la Norma Oficial Mexicana para las Instalaciones Eléctricas NOM-001-SEDE vigente dentro del cual se destaca lo siguiente:

- El calibre de los conductores del circuito de la fuente fotovoltaica a la caja de combinación fue seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 1%. El calibre de los conductores de circuito de salida fotovoltaico hacia el inversor fue seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 1%. [1]

En cada una de las estaciones de ASA se cuenta con un cuarto de máquinas donde se encuentran varios de los equipos que se utilizan en la estación de combustible, y es aquí donde se encuentran 2 de los principales sistemas de protección el cual nos permite la desconexión del sistema fotovoltaico en caso de ser necesario.

En la figura 4.14 se logra ver el primer interruptor que se encargara de desconectar una carga del sistema eléctrico



Figura 4.19 Foto del interruptor principal

Mientras que en la figura 4.15 se ve el segundo interruptor de seguridad el cual se encuentra en el tablero de distribución eléctrica de 440v.



Figura 4.15 Foto del segundo interruptor

Un tercer interruptor de seguridad se encuentra en el exterior del cuarto de máquinas, en el Tablero A, el cual se muestra en la figura 4.16, el cual cuenta con cableado que no es recomendable dejarlo a la interperie, es por eso que este cableado esta protegido con tubería de aluminio especial para exteriores.



Figura 4.16 Foto Tablero A

El calibre de los conductores del circuito de salida del inversor hacia el tablero del distribuidor fue seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 2%.

- En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la capacidad de conducción del cableado fue seleccionado con un valor de 1.25 x1.25 veces la corriente de corto circuito, LSC, del módulo FV, panel FV o arreglo fotovoltaico.

- Todo cable utilizado que no es para servicio en intemperie está contenido en tubería Conduit idónea al tipo de instalación, interior o exterior. Es del tipo flexible de aluminio con recubrimiento de PVC (para longitudes máximas de 3 m) o rígida de PVC ó metálica galvanizada cables cuya longitud es mayor que 3 m. Para el cableado en general no expuesto a la intemperie fue seleccionado con aislamiento para 90°C. [1]

Los inversores se encuentran ubicados en el exterior, por lo que se cuenta con un sistema de desconexión de emergencia que consta de un interruptor. En la figura 4.17 se muestra un cuarto interruptor, este se colocó en la Caja de Desconexión, en los conductores de salida del arreglo FV.



Figura 4.17 Foto Inversor con su sistema de seguridad

En la figura 4.17 también se logra ver un quinto interruptor, su labor principal es proteger al sistema fotovoltaico contra las descargas atmosféricas.

- Protección contra descargas atmosféricas:

- El circuito de salida fotovoltaica tiene instalado un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.

- La protección contra descargas atmosféricas está ubicada físicamente en la caja que contiene al medio de desconexión del circuito de salida fotovoltaica, es decir, en la Caja de Desconexión.

- El dispositivo de protección contra descargas atmosféricas está instalado antes del medio de desconexión principal del circuito de salida fotovoltaico. f) Protección contra corrientes de retorno:

- El sistema instalado incluye más de dos módulos en paralelo y se instaló un dispositivo protector contra corrientes de retorno, el cual proviene de módulos sombreados, cortos circuitos o fallas a tierra en un panel.

- El dispositivo protector contra corrientes de retorno es un diodo de silicio que bloquea las corrientes de retorno, por lo que se le conoce como Diodo de Bloqueo.

- El dispositivo protector contra corrientes de retorno se instaló en el circuito de salida de cada módulo o panel fotovoltaico conectado en paralelo.

- En sistemas FV se instaló con un conductor de corriente aterrizado, el otro conductor tiene la protección contra corrientes de retorno. [1]

4.8 Funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico conectado CFE

En la figura 4.18 se muestra de manera esquemática, el funcionamiento del sistema fotovoltaico instalado en las 3 estaciones de ASA. En la figura mencionada se muestra el proceso de manera muy general donde se logra ver como los paneles captan la energía recibida por el sol, esta energía es procesada por los inversores (hay que recordar que los inversores convierten la corriente directa producida por los paneles solares a corriente alterna) para posteriormente ser calculada por el medidor solar y finalmente ser aprovechada en las estaciones de combustible de ASA.

Funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico conectado a la red de CFE

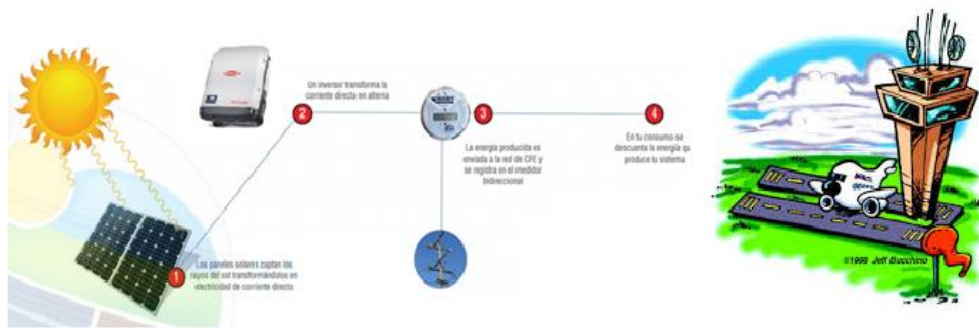


Figura 4.18 Diagrama del funcionamiento general del sistema conectado a la red CFE

Otro de los elementos que fue de suma importancia en este proyecto, fue el medidor bidireccional, este se muestra en la figura 4.19. durante el día se produce energía eléctrica con los paneles solares, el medidor se encarga de calcular esta energía y restarla al consumo del servicio de la luz eléctrica por parte de la Comisión Federal Eléctricidad (CFE).



Figura 4.19 Foto del medidor bidireccional de CFE

4.9 Anexo de fotografías del sistema fotovoltaico



Figura 4.20 Foto de los tableros de control



Figura 4.21 Foto del tablero de control



Figura 4.22 Foto Vista lateral del Sistema Fotovoltaico Mazatlán



Figura 4.23 Foto Vista semi frontal del Sistema Fotovoltaico Acapulco



Figura 4.24 Foto Vista inferior de un arreglo con micro inversores (Mazatlán)



Figura 4.25 Foto Vista inferior de un arreglo con inversor general (Mazatlán)



Figura 4.26 Foto Vista inferior de un seguidor con micro inversores (Mazatlán)



Figura 4.27 Foto Vista inferior de un seguidor con inversor general (Mazatlán)



Figura 4.28 Foto Estación Meteorológica (Mazatlán)

Referencias:

[1] Memoria Técnica ASA Mazatlán 2016

[2] Enphase Energy. (2012). Microinversor Enphase Modelo M215. 2016, de Compra Solar Sitio web:

http://www.comprasolar.com/files/manuales/Es/MANUAL_INSTALACION_M215_ES.pdf

[3] [http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-FEB757E9-](http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-FEB757E9-CAB73A8E/fronius_mexico/Manual_de_operaci_n_Fronius_Primo_973421_snapshot.pdf//)

[CAB73A8E/fronius_mexico/Manual_de_operaci_n_Fronius_Primo_973421_snapshot.pdf//](http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-FEB757E9-CAB73A8E/fronius_mexico/Manual_de_operaci_n_Fronius_Primo_973421_snapshot.pdf//)

[4] [http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-913CED2D-](http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-913CED2D-710AD0A1/fronius_mexico/Fronius_Galvo_208_240_ES_388335_snapshot.pdf//)

[710AD0A1/fronius_mexico/Fronius_Galvo_208_240_ES_388335_snapshot.pdf//](http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-913CED2D-710AD0A1/fronius_mexico/Fronius_Galvo_208_240_ES_388335_snapshot.pdf//)

[5] <https://enphase.com/es-lac/support/envoy-communications-gateway-installation-operation-manual-50-hz-230-vac>

[6] Estación <http://www.mercobras.com.ar/Vantage%20Consola%20en%20Espanol.pdf>

Capítulo 5

Comunicación y Monitoreo

Como se vio en el capítulo 4, ya que el sistema fotovoltaico se encuentra instalado se procede a entablar la comunicación entre los inversores, micro inversores y la estación meteorológica con el gabinete de control y poder monitorear la obtención de Kw del Sistema Fotovoltaico.

En la figura 5.1 se muestra la comunicación que se tiene con el enrutador, hay 2 maneras de comunicarnos con el enrutador: la primer manera es inalámbricamente, ya que se pueden conectar los inversores generales (primo, galvo) mientras que la conexión por cable Ethernet se realiza con el envío de los micro inversores y la estación meteorológica.

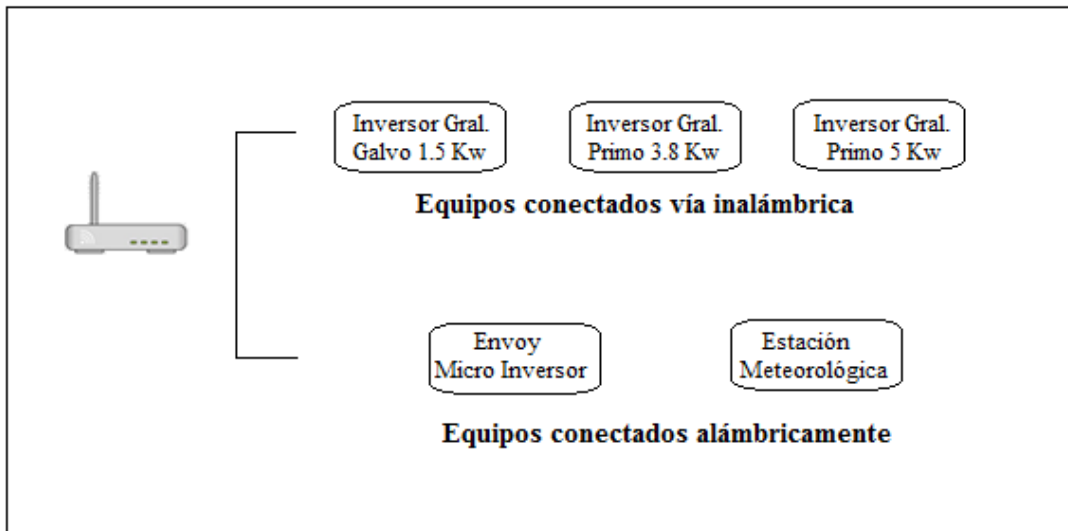


Figura 5.1 Comunicación general con el enrutador

5.1 Comunicación y monitoreo inversor general

Los inversores generales (galvo, primo) cuentan con una tarjeta de red, la cual nos permite entablar un enlace vía wifi así como vía Ethernet para poder monitorear los datos que se obtienen por parte del sistema fotovoltaico.

En la siguiente figura 5.2 podemos ver la tarjeta de red que se encuentra en todos los inversores generales, la cual nos permite entablar la comunicación con el enrutador de manera inalámbrica y de manera alámbrica ya que esta tarjeta cuenta con puertos de ethernet.



Figura 5.2 Foto tarjeta de red inversor general primo

Se procede a descargar la aplicación datalogger finder, la cual es una plataforma para poder dar de alta los 4 inversores generales , se configura de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del fabricante para posteriormente poder realizar el monitoreo.

Al momento de descargar la aplicación datalogger finder nos aparece la figura 5.3, en la cual nos aparecen dos opciones: Asistente solar web la cual fue la que se seleccionó en este caso ya que la segunda opción que es la de Asistente Técnico se selecciona cuando la configuración se llevará a cabo por un técnico por parte de Fronius.



Figura 5.3 Pantalla Asistente de configuración

Ya que seleccionamos Asistente Solar Web nos aparece la figura 5.4, donde lo primero que tenemos que hacer es registrar el nombre de la instalación (ASA CHIHUAHUA).

En remuneración se coloca la tasa de remuneración por cada Kw, en la divisa se colo en este caso (pesos), se tiene que colocar los costos del de adquisición por cada Kw para poder calcular el rendimiento.

De igual manera se ingresa la hora en el sistema para al momento de revisar el monitoreo verificar las horas reales en las cuales se logra una mayor captación de energía solar.

Generalidades

Nombre de la instalación *

Remuneración

Tasa de remuneración \$ PESOS /kWh

Costes de adquisición /kWh

Hora del sistema

Fecha/hora * :

Ajustes de los husos horarios

Huso horario *

Figura 5.4 Pantalla de Generalidades

A continuación tal como se muestra en la figura 5.5, se procede a realizar la asignación de contraseñas que controlaran el acceso a la aplicación datalogger finder.

Hay disponibles 3 diferentes tipos de contraseñas:

Contraseña de administrador: con esta contraseña el usuario tiene derechos de lectura como también de ajustar la configuración en la aplicación datalogger finder.

Contraseña de servicio: esta contraseña se asigna al técnico de servicio el cual le permite el acceso de parámetros específicos de la instalación.

Contraseña de usuario: con esta contraseña solo se tendrá derecho a la lectura de los datos, no podrá ingresar a realizar ajustes en la configuración.

Contraseñas

Nombre de usuario	<input type="text" value="admin"/>
Contraseña antigua *	<input type="password"/>
Contraseña *	<input type="password"/>
Repetir contraseña *	<input type="password"/>

Nombre de usuario	<input type="text" value="service"/>
Contraseña antigua *	<input type="password"/>
Contraseña *	<input type="password"/>
Repetir contraseña *	<input type="password"/>

Salvaguardar la página local de la instalación. De este modo, solo personas autorizadas

Figura 5.5 Pantalla de Contraseñas

Es muy importante al momento de estar realizando la configuración no ignorar la siguiente pantalla que aparece en la figura 5.6, ya que se va a seleccionar la manera en la cual se van a conectar los inversores generales; el modo de conexión de estos en el sistema fotovoltaico instalado en las 3 sedes de ASA fue inalámbricamente.



Figura 5.6 Pantalla de Modo de Conexión

Ya que se elige el modo de conexión nos aparece la figura 5.7 donde nos da la oportunidad de agregar el sistema fotovoltaico para posteriormente realizar el monitoreo. Hay que recordar que la cuenta de administración es la única que agrega los sistemas fotovoltaicos, esta misma cuenta puede agregar varios de estos y monitorearlos al mismo tiempo.

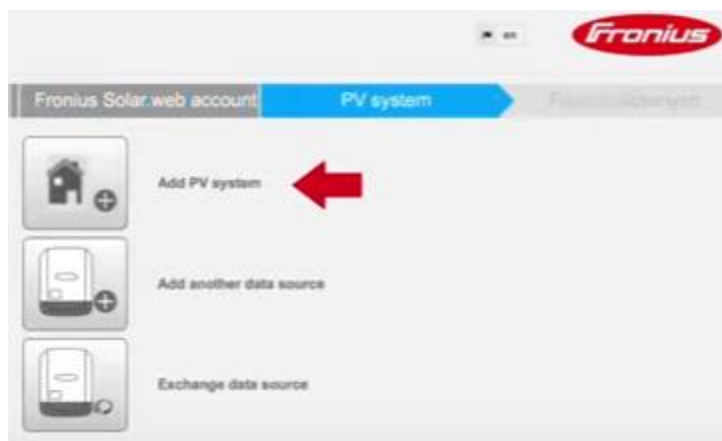


Figura 5.7 Pantalla de Agregar Sistema Fotovoltaico

5.1.1 Monitoreo de los inversores generales

Para realizar el monitoreo de los inversores se ingresa a la página solar.web con un usuario y su contraseña. En la figura 5.8 se muestra de manera muy general y esquemática el proceso del monitoreo, en la figura se logra ver al principio un panel fotovoltaico el cual este al recibir radiación solar genera energía, la cual será captada por el inversor y este tiene que estar conectado al enrutador para poder configurarse e ingresar a la página solar web para ser monitoreado.

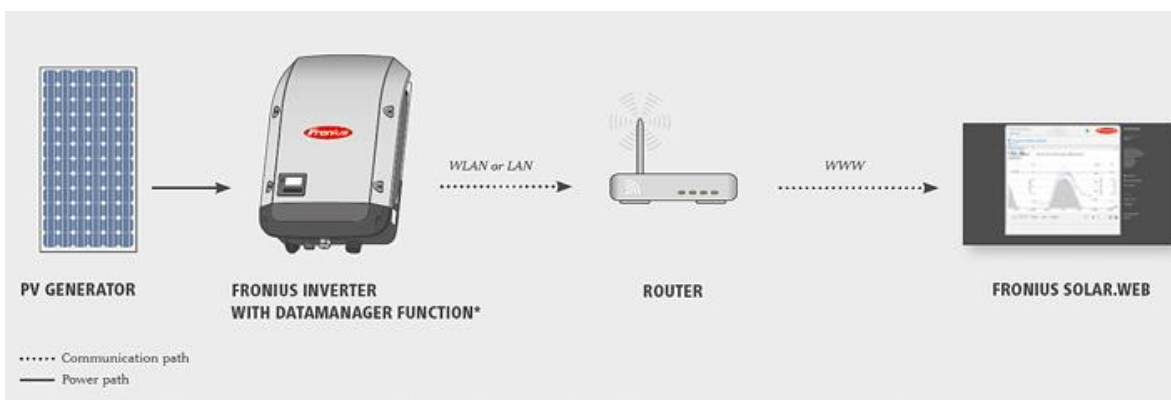


Figura 5.8 Configuración general inversor general

Al momento de acceder a la página solar web con nuestro usuario y contraseña designado previamente se logra ver la figura 5.9, el cual nos permite ver los Kw captados por los paneles solares colocados en la estación ASA de Chihuahua, también se logran ver las ganancias totales generadas.



Figura 5.9 Monitoreo inversores generales (Chihuahua)

5.2 Comunicación y monitoreo micro inversores

Se conecta el Envoy a la toma corriente del banco; basta con conectar un cable de Ethernet desde el Envoy a un enrutador de banda ancha. Los datos de rendimiento se transmiten a través de protocolos de Ethernet de banda ancha para el acceso inmediato a la información de rendimiento en la página web, un claro ejemplo es el que se muestra en la figura 5.10, donde se muestra de manera esquemática el proceso anteriormente explicado.

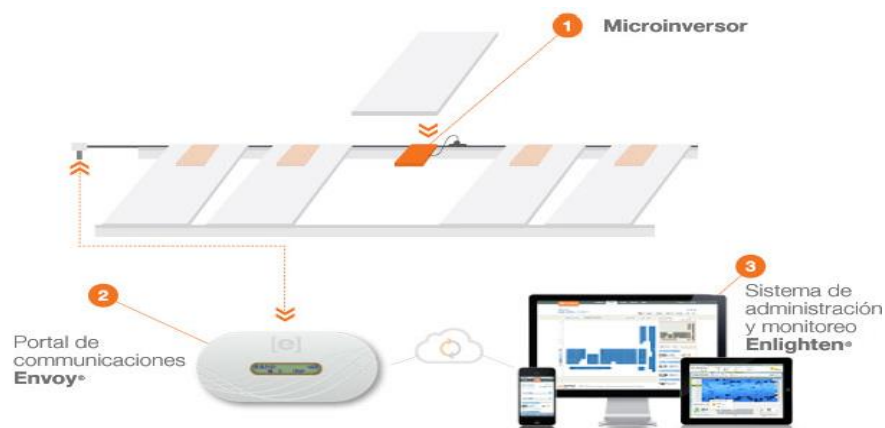


Figura 5.10 Comunicación general de los micro inversores con el envoy

5.2.1 Monitoreo de los micros inversores

El Envoy trabaja en conjunto con el Micro-inversor de Enphase y el sitio web: www.enlighten.enphaseenergy.com Para ingresar a la página web de Enlighten es necesario tener la clave de acceso y haber registrado el micro-inversor previamente. Cuando en la pantalla del Envoy se indica (+WEB) significa que el Envoy está conectado y comunicándose con los servicios de Enlighten. En la figura 5.11 se muestra la pantalla del monitoreo de la estación de ASA Chihuahua, donde se logra ver el total de energía generado el día de hoy, los últimos siete días y el último mes.

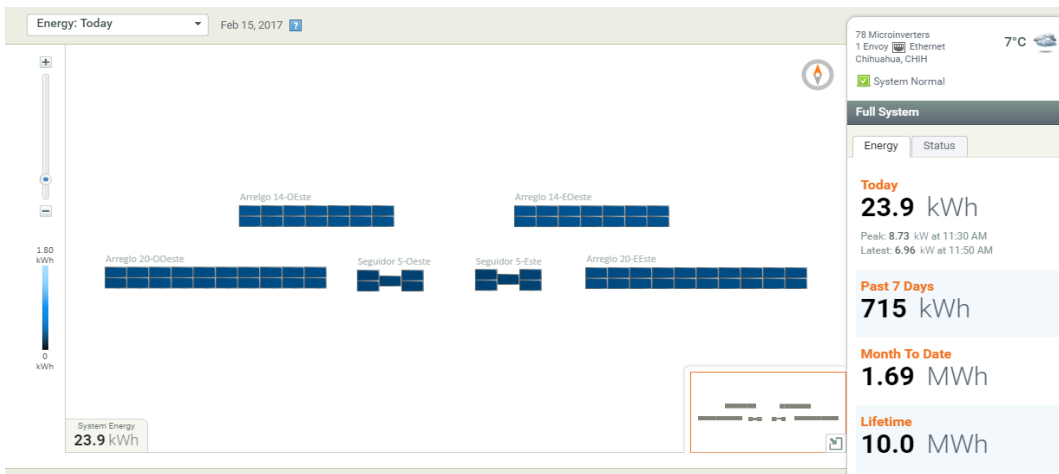


Figura 5.11 Monitoreo de los micro inversores (Chihuahua)

En la figura 5.12 se logra ver el monitoreo que se realizó en la estación de ASA Mazatlán, donde se muestran los datos generados el día de hoy, el de los últimos siete días y el del último mes.

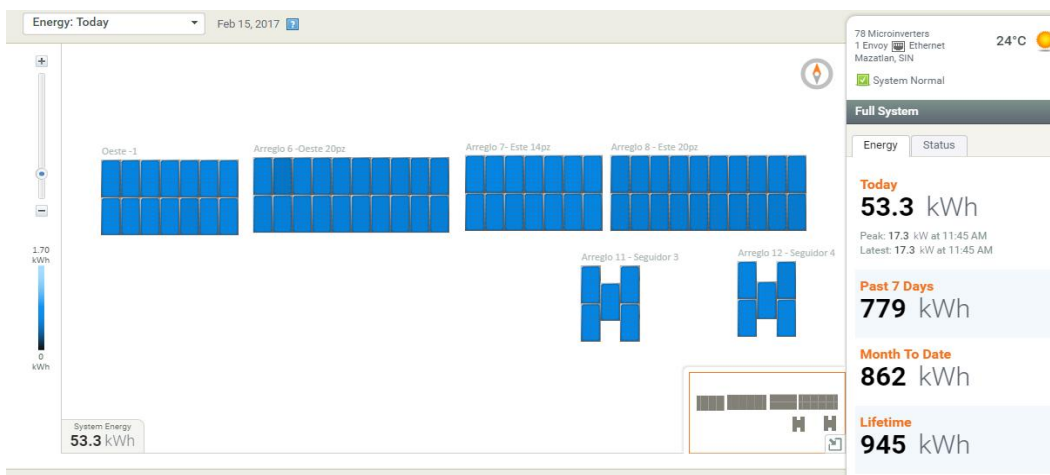


Figura 5.12 Monitoreo de los micro inversores (Mazatlán)

5.3 Comunicación y monitoreo estación meteorológica

La estación meteorológica cuenta con una antena (ISS Transmitter) donde van conectados todos los sensores. De manera esquemática y un claro ejemplo de lo que se está describiendo se logra ver en la figura 5.13. La antena al ser inalámbrica permite transmitir la señal hacia la antena de la consola de la estación meteorológica.

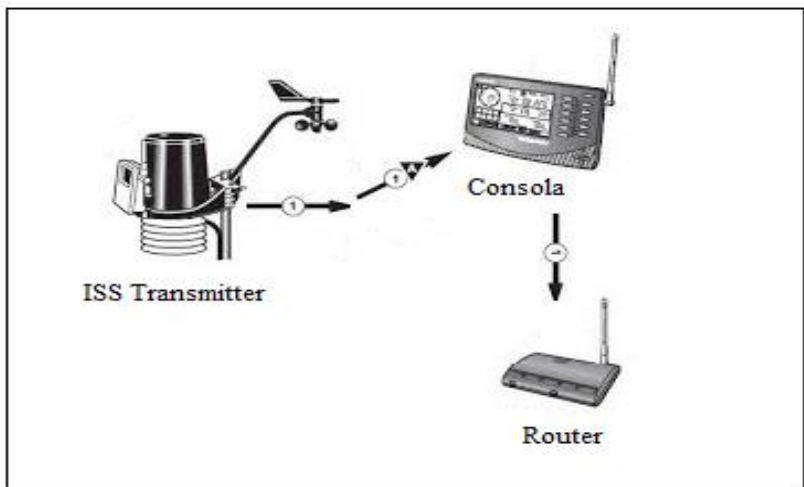


Figura 5.13 Comunicación general de la estación meteorológica

La consola recibe los datos de los sensores enviados por el ISS y los muestra en la pantalla, esta se conecta al enrutador vía Ethernet, por dentro lleva un datalogger que almacena registros para posteriormente ser monitoreados desde una pc ingresando a la página www.weatherlink.com/ con el usuario y su contraseña previamente designados donde se obtendrán las variantes climatológicas, como la velocidad del viento, humedad, lluvia, y otros datos que se muestran en la figura 5.14.

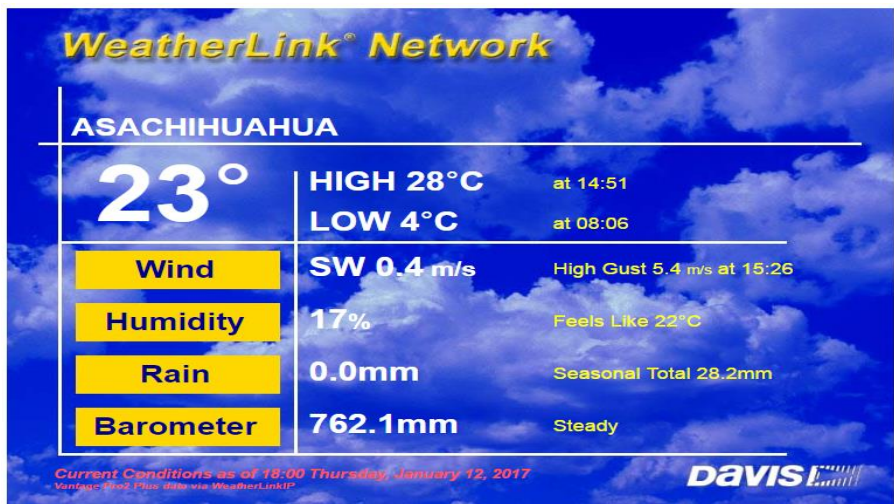


Figura 5.14 Monitoreo de la estación meteorológica (Chihuahua)

Referencias:

[1] Memoria Técnica ASA Mazatlán 2016

[2] <http://www.solarweb.com/>

[3] <https://enlighten.enphaseenergy.com/>

[4] <http://www.weatherlink.com/>

Capítulo 6

Conclusiones y Perspectivas a Futuro

Como podemos ver y sin dudar un solo momento los paneles solares son uno de los mejores inventos modernos, además de ser, probablemente, el invento que más contribuye a la ecología, ya que permite reducir la dependencia de fuentes de combustible convencionales tales como la energía nuclear o la térmica, con el consiguiente beneficio medioambiental. Otro de los beneficios, aparte de su carácter limpio, es su carácter inagotable, al contrario que otras fuentes de energía tales como el petróleo o el carbón.

La utilización de energía solar fotovoltaica contribuye a reducir el consumo y la dependencia de las energías fósiles, reduciendo a su vez las emisiones de gases de su combustión y que provocan el efecto invernadero. Las energías fósiles son un recurso agotable debido a que se consumen a un ritmo muy superior al que se generan de forma natural. Un claro ejemplo se logra ver la figura 6.1 la cual nos muestra los índices de consumo de energías primarias. [1]

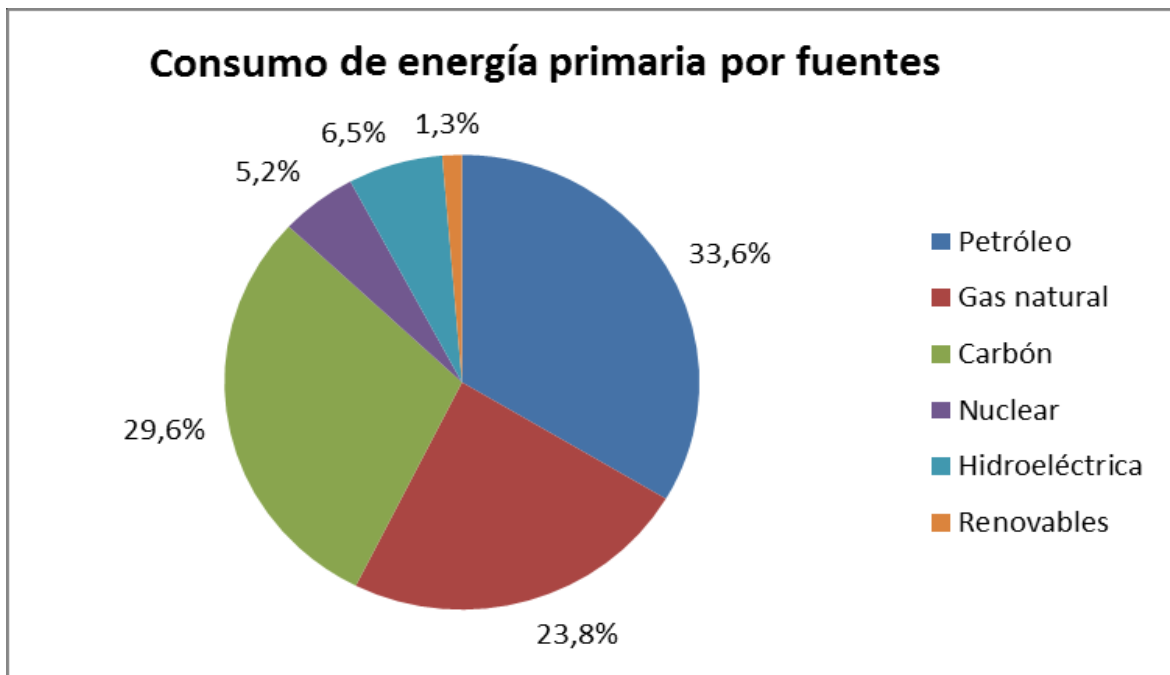


Figura 6.1 Consumo de energía primaria en México

México se encuentra dentro del cinturón solar o franja solar. El cinturón solar se refiere al grupo de 60 países que reciben mayor cantidad de radiación solar del planeta, México es el tercer país en tener mayor recepción de luz solar a nivel mundial. En particular la región del norte es de los territorios más iluminados del mundo

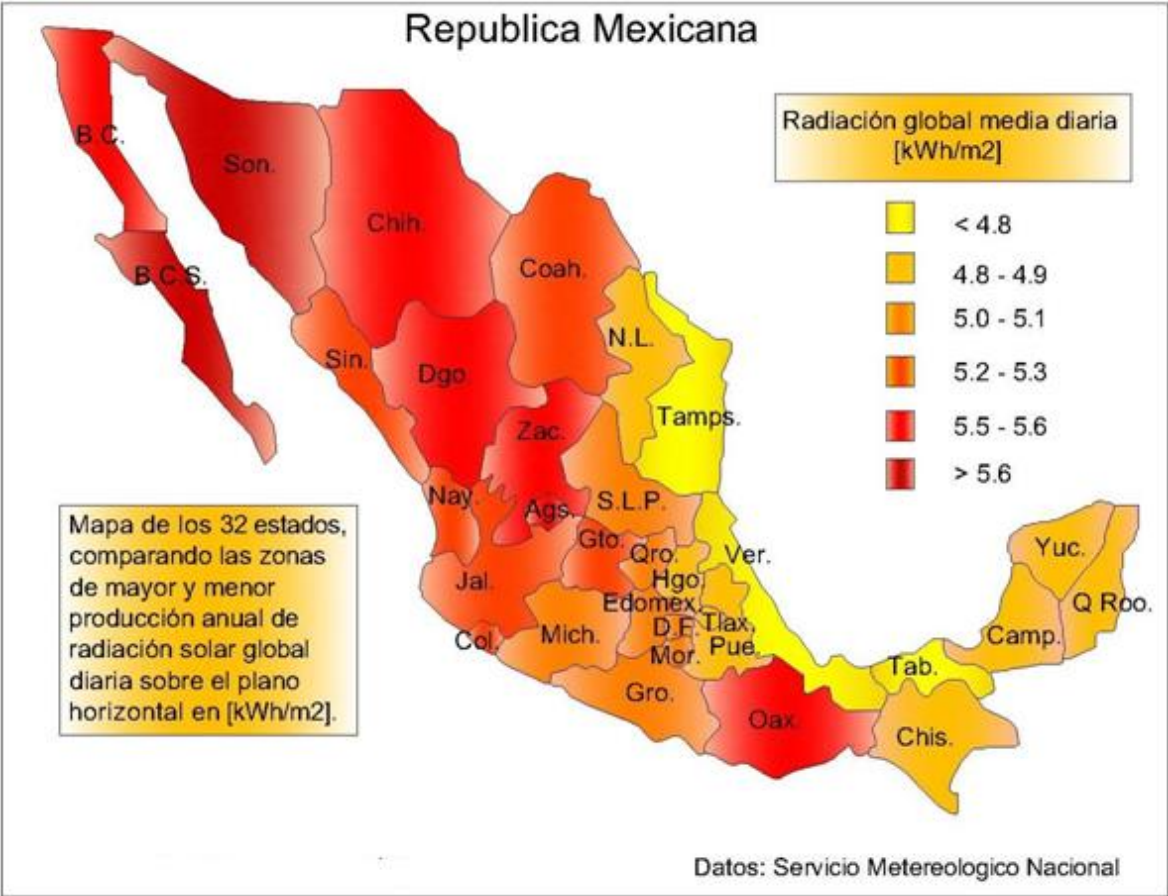


Figura 6.2 Incidencia Solar en México

En los últimos años, el sector de energías renovables en México ha tenido un crecimiento importante y continuará. La zona geográfica en que se encuentra el país recibe una radiación mayor a los 5 kilowatts por hora por metro cuadrado al día, esto se puede observar en la figura 6.2, donde nos muestra las incidencias solares. Esto es una situación bastante privilegiada ya que la luz que cae sobre los techos de las viviendas pudiera producir suficiente energía solar para abastecer hasta 200 veces lo que consumen de energía. [2]

Es por eso que el aprovechamiento de la energía solar, es imprescindible ya que se presenta como un sistema de producción de energía sostenible y es en este punto donde las universidades juegan un papel activo en el proceso de investigación o el poder participar en este tipo de proyectos que ayuda con el desarrollo de esta tecnología y/o nuevas tecnologías y poder ponernos a la par frente a otros países contribuyendo con el desarrollo de celdas fotovoltaicas con una mejor eficiencia, de menor tamaño, con mayor flexibilidad. Sin duda alguna la energía solar desempeñará un papel clave en el modelo energético del futuro. Sin embargo, en el camino hacia su implementación aún quedan obstáculos por superar: su elevado precio. Pero esta idea es errónea, aunque adquirir inicialmente un panel fotovoltaico es una acción muy costosa, los beneficios que representa al ser humano son muchos más.

También cabe destacar que el mantenimiento de los paneles solares es casi nulo, ya que su vida útil es de 25 o 30 años aproximadamente. Si los proyectos se siguen desarrollando en el futuro de la energía solar será aún más provechoso, es por eso que invertir en México es atractivo por su potencial en el desarrollo de energías limpias.

Referencias

[1] <http://sie.energia.gob.mx/>

[2] <http://www.gob.mx/conagua>

Índice de figuras

Figura 1.1 Figura del funcionamiento general del sistema fotovoltaico.....	7.
Figura 2.1 Funcionamiento de una célula solar.....	11
Figura 2.2 Juntura N-P en una celda solar.....	12
Figura 2.3 Construcción General de un módulo fotovoltaico.....	14
Figura 2.4 Módulo general fotovoltaico.....	15
Figura 2.5 Corte transversal de un panel fotovoltaico.....	16
Figura 2.6 Eficiencia de las 3 diferentes celdas solares.....	16
Figura 3.1 Panel Mono cristalino.....	18
Figura 3.2 Panel Poli cristalino.....	18
Figura 3.3 Seguidor Solar Zomeworks.....	19
Figura 3.4 Dibujo Seguidor Solar Zomeworks.....	19
Figura 3.5 Inversor Fronius Primo.....	20
Figura 3.6 Inversor Fronius Galvo.....	20
Figura 3.7 Micro Inversor Enphase.....	21
Figura 3.8 Envoy.....	21
Figura 3.8 Elementos de la Estación Metereológica.....	22
Figura 3.9 Router Tp Link wr 841hp.....	22
Figura 3.10 Antena Tp Link wa7210n.....	23
Figura 3.11 Antena Nanostation Loco M2.....	23
Figura 3.12 Power Injector (POE)	23
Figura 3.13 Switch Stream Network B5G124-24P2.....	24
Figura 4.1 Diagrama del Sistema General Fotovoltaico.....	26
Figura 4.2 Diagrama de Instalación del Sistema Fotovoltaico en Mazatlán.....	27
Figura 4.3 Diagrama de los Arreglos del Sistema General Fotovoltaico.....	28
Figura 4.4 Foto del puerto asignado	29
Figura 4.5 Foto del switch	29
Figura 4.6 Foto antena emisora.....	30
Figura 4.7 Foto antena receptora.....	30
Figura 4.8 Empezando la configuración.....	31
Figura 4.9 Configurando antena en Access Point.....	31
Figura 4.10 Configurando antena receptora en Access Point.....	32