

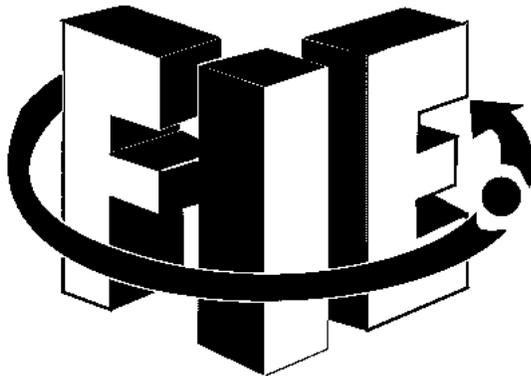
# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**Reporte de Experiencia  
Laboral:  
"SISTEMAS DE COGENERACIÓN  
CON ENERGÍA SOLAR**

**Para Obtener el Título de:  
LIC. EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**PRESENTA:  
Alfredo López Amador**

**ASESOR:  
Ingeniero Electricista  
Ignacio Franco Torres**

**Morelia Mich.**

**Abril del 2016**

# Agradecimientos

---

De manera sincera y cordial quiero agradecer a Dios primeramente por permitirme llegar hasta el lugar donde estoy, A mis padres por el esfuerzo y sacrificio que pusieron día tras día, Angélica Amador López por jamás dejar de luchar por mí, a mis hermanos Roberto y Miguel López por apoyarme y ayudarme en los momentos que lo necesite, y prepararme para no dejarme vencer por ninguna adversidad, a mi esposa por apoyarme en todo momento y brindarme su confianza, amigos en general, por brindarme su amistad y apoyo en los momentos difíciles, Alan Jiménez Ramírez “EL EMO”, y por último y no por eso menos importante a los docentes de la UMSNH quienes desempeñaron un excelente trabajo día con día para brindarnos, lo mejor en cada materia, al Dr. José Juan Rincón Pasaye quien significo el reto más grande en mis materias y en quien encontré un gran amigo y excelente persona, al M.C. Félix Jiménez Pérez, quien me contagio la pasión por la electrónica, al Ing. Ignacio Franco Torres quien con su dedicación y esmero nos ha encaminado para que todo esto sea posible, creando una Familia de egresados a quienes admiro y respeto porque me demuestran que la UMSNH, no solo prepara profesionistas, sino a gente que día a día crea y desarrolla un futuro mejor para la sociedad en general.

# Dedicatoria

---

Este trabajo está dedicado primordialmente a Dios que me ha permitido terminar la carrera a pesar de todas las dificultades enfrentadas.

A mis padres que con un gran esfuerzo estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona

A mi Madre en especial que en algún momento le toco ser madre y padre y jamás se dejó vencer por ninguna adversidad.

A mis hermanos que siempre me han apoyado y brindado su confianza, y a mis sobrinas quienes me roban sonrisas cada día

A mi esposa quien me ha apoyado en la elaboración de todo esto y quien me motiva día con día para seguir adelante.

A mis amigos y la gente que me ha apoyado o ha contribuido día con día para lograr mis objetivo.

# Índice

---

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>VI</b>
<b>PALABRAS CLAVE .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>X</b>
<b>CÁPITULO 1. DESARROLLO DE UN SEGUIDOR SOLAR.....</b>	<b>1</b>
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.- OBJETIVO DEL REPORTE.....	1
1.3.- DESARROLLO CON MÓDULO SOLARTEC E INVERSOR SPARQ.....	2
1.4.- SISTEMA DE MEDICIÓN.....	3
<b>CÁPITULO 2. PRIMERA INSTALACIÓN .....</b>	<b>4</b>
2.1.- SISTEMA CON SEGUIMIENTO .....	4
2.2.- SEGUNDO SISTEMA CON SEGUIMIENTO SOLAR .....	5
2.3.- PRIMER PROTOTIPO DE SEGUIMIENTO.....	5
2.4.- SENSORES PARA EL SEGUIMIENTO SOLAR .....	6
2.5.- SISTEMAS DISPONIBLES PARA VENTAS.....	7
2.6.- INSTALACIÓN DE 12KW/H.....	9
2.7.- CORRECCIONES A LA INSTALACIÓN DEL C30.....	10
<b>CÁPITULO 3. PLANEACIÓN DE INSTALACIÓN .....</b>	<b>12</b>
3.1.- PARA PODER HACER LA PLANEACIÓN DE UNA INSTALACIÓN, SE DEBEN DE TOMAR LOS SIGUIENTES PUNTOS.....	12
3.2.- ORIENTACIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	12
3.3.- ESQUEMA DE CONEXIÓN PARA EL INVERSOR .....	13
3.4.- SISTEMA DE CONFIGURACIÓN DE FRONIUS.....	14
3.5.- SELECCIÓN DEL MATERIAL ELÉCTRICO .....	15
<b>CÁPITULO 4. INSTALACIONES REALIZADAS .....</b>	<b>17</b>
4.1.- 750W/H INSTALADOS.....	17
4.2.- 1KW/H INSTALADO.....	17
4.3.- 12KW/H INSTALADOS.....	18
4.4.- 6.230 KW/H INSTALADOS.....	18
4.5.- 6.6 KW/H INSTALADOS .....	18
4.6.- 6.6 KW/H INSTALADOS .....	19
4.7.- 500 W/H INSTALADOS .....	19
4.8.- 500 W/H INSTALADOS .....	20

4.9 .- 2 KW/H INSTALADOS.....	20
4.10 .- 1.5 KW/H INSTALADOS .....	21
4.11 .- 3.180 KW/H INSTALADOS.....	21
4.12 .- 1 KW/H INSTALADOS .....	21
4.13 .- 1.5 KW/H INSTALADOS .....	22
4.14 .- 1 KW/H INSTALADOS .....	22
4.15 .- 1.98 KW/H INSTALADOS.....	22
4.16 .- 500 W/H INSTALADOS .....	23
4.17 .- 500 W/H INSTALADOS .....	23
4.18 .- 6.360 KW/H INSTALADOS.....	23
<b>CÁPITULO 5. INSTALACIÓN DE INVERSORES .....</b>	<b>24</b>
5.1 .- MICRO INVERSORES .....	24
5.2 .- MONTAJE DE INVERSORES FRONIUS DE LA GAMA, GALVO, PRIMO Y SYMO .....	25
5.3 .- INSTALACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE INVERSORES .....	26
5.4 .- PROTECCIONES. ....	27
5.5 .- TRÁMITES ANTE CFE .....	28
5.6 .- COMPARACIÓN FINAL DE DOS SISTEMAS IDÉNTICOS VARMOND Y KNOTION .....	28
5.7 .- ANOMALÍAS, FALLAS Y COSAS ADICIONALES DURANTE LAS INSTALACIONES REALIZADAS.....	30
<b>CÁPITULO 6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
6.1 .- CONCLUSIONES .....	31

# Resumen

---

En este trabajo se pretende recopilar toda la información de la experiencia laboral obtenida por el expositor desde la creación de un sistema de seguimiento solar, el trabajo con diferentes módulos fotovoltaicos, así como el manejo de diferentes inversores y micro inversores, además de mostrar las primeras instalaciones realizadas junto con los primeros procesos para conseguir ser cogeneradores, además de llevar al lector a conocer una instalación más en forma que cumple con las normas establecidas para las instalaciones fotovoltaicas, también se pretende mostrar al lector las anomalías que se nos presentan día con día, en algunas instalaciones, además de mostrar la comparación de un sistema fijo contra un sistema con seguimiento en un solo eje, mostrando las conclusiones a través de un sistema de monitoreo remoto llamado SOLARWEB en cual es bastante confiable.

## Abstrac

---

This paper aims to gather all the information from the work experience gained by the exhibitor from the creation of a solar tracking system, work with different photovoltaic modules as well as handling different investors and micro investors, in addition to showing the first installations along with the first processes in order to become co-generators, in addition to lead the reader to make an installation fitter than meets the standards established for photovoltaic installations, is also intended to show the reader the anomalies that we face every day in some facilities, in addition to showing the comparison of a fixed system against a system with a single axis tracking, showing the findings through a remote monitoring system called SolarWeb in which is quite reliable.

## Palabras Clave

---

Paneles solares, Cogeneración, Energía Solar, Módulo fotovoltaico, inversores, Micro Inversores, Instalaciones Solares.



# Lista de Figuras

---

Figura 1.1.- Módulo Fotovoltaico.....	1
Figura 1.2.- Micro Inversor SPARQ.....	3
Figura 1.3.- Medidor Taishen.....	3
Figura 2.1.- Primera Instalación .....	4
Figura 2.2.- Primer Ajuste Al Seguidor.....	5
Figura 2.3.- Primer Prototipo Diseñado.....	6
Figura 2.4.- Sensor Solar .....	6
Figura 2.5.- Primer sensor usado a la izquierda, sensor final a la derecha.....	7
Figura 2.6.- Prototipo Final.....	7
Figura 2.7.- Sistema Enerhunter1 .....	8
Figura 2.8.- Sistema Enerhunter2 .....	8
Figura 2.9.- Sistema Flat.....	9
Figura 2.10.- Sistema Géminis .....	9
Figura 2.11.- Estado que muestra el Fronius.....	10
Figura 2.12.- Sistema del C30 .....	11
Figura 2.13.- Anomalías detectadas en el C30.....	11
Figura 3.1.- Módulo de 250W .....	13
Figura 3.2.- Esquema de conexión para el inversor Fronius .....	14
Figura 3.3.- Configurador de Fronius.....	15
Figura 3.4.- Programa Para Selección de Material Eléctrico .....	16
Figura 4.1.- Instalación Los Olivos.....	17
Figura 4.2.- Instalación Almacén Salsa Valentina.....	17
Figura 4.3.- Instalación C30 .....	18
Figura 4.4.- Instalación Parque Tecnológico.....	18
Figura 4.5.- Instalación Varmond School .....	18
Figura 4.6.- Instalación KNOTION.....	19
Figura 4.7.- Instalación Papelería Contí .....	19
Figura 4.8.- Instalación Las Américas Calle Haití.....	20
Figura 4.9.- Instalación Club De Golf 3 Marías.....	20
Figura 4.10.- Instalación Club De Golf 3 Marías .....	21
Figura 4.11.- Instalación Club De Golf 3 Marías .....	21
Figura 4.12.- Instalación Club De Golf 3 Marías .....	21
Figura 4.13.- Instalación Club De Golf 3 Marías .....	22
Figura 4.14.- Instalación Club De Golf 3 Marías .....	22
Figura 4.15.- Instalación Las Américas Norte .....	22
Figura 4.16.- Instalación Ing. Rufino.....	23
Figura 4.17.- Instalación Ing. Rufino.....	23

Figura 4.18.- Instalación Corporativo Dunza.....	23
Figura 5.1.- Conector MC4 del Micro-Inversor conectado al panel .....	24
Figura 5.2.- Cable de AC que se conecta entre inversores.....	24
Figura 5.3.- Montaje Snap In de Fronius.....	25
Figura 5.4.- Montaje del inversor.....	25
Figura 5.5.- Montaje Final del inversor.....	26
Figura 5.6.- Montaje de diferentes inversores .....	26
Figura 5.7.- Inversor Central de Fronius .....	27
Figura 5.8.- Instalación de protecciones para el sistema fotovoltaico.....	27
Figura 5.9.- Caja Table Plast con porta Fusibles e Interruptores para CD .....	28
Figura 5.10.- Comparación En Sistema De Monitoreo Solarweb.....	29
Figura 5.11.- Comparación de sistemas en las mismas condiciones al terminar del día.....	29
Figura 5.12.- Módulos con Chicle, Daños En Inversores, Switch dañado, Sistemas Mal Aterrizados	30
Figura 5.13.- Instalación de Sistemas de tierras.....	30

# Glosario de Términos

---

KW/h	Kilo Watts producidos en una Hora
Fronius	Fabricante de Inversores Interconectados
Inversor	Convertidor de Corriente Directa a Corriente Alterna
Micro Inversor	Convertidor de corriente Directa a Corriente Alterna Compacto
CD	Corriente Directa
CA	Corriente Alterna
SPARQ	Nombre del Fabricante del Micro Inversor
CFE	Comisión Federal de Electricidad
Enerhunter	Nombre de sistemas con seguidor solar
Géminis	Nombre de sistemas fijos
State	Estados que muestra Fronius cuando tiene algo anormal
C30	Rancho donde se hizo la instalación
DAC	Tarifa De Alto Consumo Domestica
OM	Ordinaria Medida
HM	Horaria Medida
MC4	Nombre del Conector de CD del Panel Fotovoltaico
IP65	Índice de protección
Galvo, Primo y Symo	Nombres de los nuevos inversores de Fronius
Varistores	Protecciones de sobre tensión

# CÁPITULO 1.

## Desarrollo de un seguidor solar

### 1.1.- Introducción

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. En la actualidad, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.



Figura 1.1.- Módulo Fotovoltaico

### 1.2.- Objetivo del reporte.

El objetivo de este reporte de experiencia laboral es afirmar el trabajo realizado a lo largo de 2 años mediante un resumen de cada una de las actividades que se realizaron en la empresa durante este periodo de tiempo, y así obtener el título en la modalidad de experiencia laboral.

En Mayo del 2013 aun sin egresar de la facultad de ingeniería eléctrica comencé a laborar para la empresa INTELLIWA S.A.P.I, la cual tenía algunas áreas de investigación en Energía solar, siendo una de ellas la de desarrollar un seguidor solar de 1 solo eje, dentro de esta empresa se me brindo un sistema muy rudimentario para crear un Prototipo.

Una de las primeras actividades que hice fue la de empaparme del tema de paneles fotovoltaicos tanto Mono Cristalinos como Poli Cristalinos en conjunto con Micro Inversores, los primero Paneles que se me prestaron parecían paneles de 210 Watts y la marca y modelo no lo conocí ya que no se me facilitaba la información, además de que las etiquetas se las habían desprendido a los paneles.

Para esta empresa se desarrolló un sistema en una caja plástica de Steren con un protoboard la cual contenía un sistema de control realizado con el Micro Controlador pic18f4550 y acoplado a una etapa de potencia con opto acopladores. El cual realizaba un movimiento cada determinado tiempo para tratar de hacer un seguimiento del sol, lo más preciso posible.

Con la aceptación del sistema se les propuso hacer un PCB para poder realizar las primeras pruebas con algunos sensores, de lo cual resultaron infinidad de circuitos saliendo a relucir 4 los cuales se analizaron para trabajar en uno de estos solamente.

La siguiente etapa de mi trabajo fue realizar mediciones a un sistema fijo comparado con el sistema con seguimiento solar esto fue de manera muy rudimentaria, ya que se medían voltajes y corrientes constantemente y se comparaban unas con otras, obteniendo mejores resultados el sistema con seguimiento solar, al cumplir el año en esta empresa, se me propuso laborar tiempo completo ya que el tiempo que se me tenía no les era suficiente para realizar todas las operaciones que deseaban.

### **1.3.- Desarrollo con Módulo Solartec e Inversor Sparq**

Así en el 2014 se comenzó un nuevo análisis confiándome la marca y modelo del primer panel con el que trabaje que fue el S60MC de la marca Solartec, (“Panel Mono Cristalino de 250W”) con este panel pude obtener algunas hojas de datos para tener un panorama mucho más amplio de los sistemas que había en el mercado, al contactar a Solartec me ofrecieron un Micro Inversor de una marca mucho más reconocida que el Micro Inversor con el que habíamos trabajado, este inversor fue el SPARQ 215W (“Micro Inversor de 215W hasta 245W Monofásico”).



Figura 1.2.- Micro Inversor SPARQ

#### 1.4.- Sistema de Medición

Dentro de la Universidad conocí el medidor de consumo de potencia Killawatt que sirve para medir la potencia de consumo de algunos aparatos, buscando un poco de información sobre este dispositivo en internet encontré un sistema parecido llamado TaiShen TS-836 el cual soportaba 16A a 3600W, con este dispositivo pude obtener mejores resultados que los que había obtenido de manera rudimentaria, ya que aquí se obtenían datos de potencia directamente, además de frecuencia, factor de potencia, potencia acumulada, y ahorro en pesos.



Figura 1.3.- Medidor Taishen

Con estos datos pudimos observar algunas anomalías dentro de los Micro inversores, además de conocer que realmente el sistema con seguimiento solar obtenía mejores resultados que un sistema fijo.

# CÁPITULO 2.

## Primera Instalación

### 2.1.- Sistema con seguimiento

En este mismo año se hizo la primera venta de un sistema con movimiento este constaba de 3 paneles Mono Cristalinos con un actuador lineal, y una sistema de control a base de un Timer, en esta instalación se reportó que la dueña de la casa paso de pagar 1800 pesos a 60 o 65 pesos por bimestre, y aun con potencia acumulada a su favor.



Figura 2.1.- Primera Instalación

En este momento solo me encontraba involucrado en estos sistemas y al único que tenía derecho a darle seguimiento, al poder conocer un poco más del proceso ante CFE supe que se tenía que llenar un formato de cogeneración para hacer el cambio de servicio ante CFE y después comprar un medidor avalado por CFE el cual era bidireccional, el cual tenía un costo de 1800 pesos, el bifásico, y 800 pesos aproximadamente el medidor monofásico, Una vez adquirido se le entregaba a CFE para que fuera calibrado y posteriormente instalado en el domicilio.

Tiempo después se hizo la siguiente venta de este sistema que se modificó con algunas sugerencias que realice, como cambiar la posición de los paneles y hacer un poco más pequeño el

arnés mecánico, además de agregar un sistema de baleros a las partes de movimiento para facilitar el movimiento del sistema, el segundo sistema se hizo con 4 módulos fotovoltaicos del mismo modelo ya mencionado, esta instalación fue hecha en las instalaciones de la salsa valentina en ciudad Industrial.

## **2.2.- Segundo sistema con seguimiento solar**

Con la aprobación de los resultados obtenidos se me confió un poco más de información de dichos sistemas, a mediados del 2014 el Ing. Encargado del área de energía solar renunció, y me quede a cargo de dicha área la cual no tenía ningún orden siendo mi primer objetivo montar un laboratorio para poder desarrollar el prototipo que habíamos creado, pero ahora con sensores, para obtener un seguimiento mucho más preciso ya que en cada cambio de estación el timer perdía precisión en el seguimiento solar.



**Figura 2.2.- Primer Ajuste Al Seguidor**

## **2.3.- Primer Prototipo de seguimiento**

Como primer paso se montaron mesas de laboratorio, y se compró instrumentación para armar el laboratorio se contrataron 2 técnicos para ayudarme en dicha área y comenzamos a trabajar en el nuevo sistema, y se llegó al siguiente prototipo.

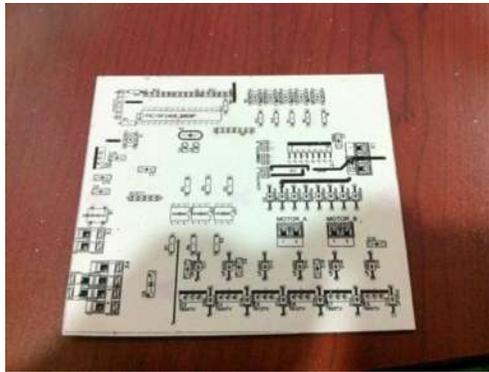


Figura 2.3.- Primer Prototipo Diseñado

## 2.4.- Sensores para el seguimiento Solar

La siguiente etapa fue crear sensores que dieran un mejor seguimiento la primera opción fue hacer un par de foto celdas para poder seguir el sol, se instalaron en cada extremo de los paneles sin ninguna índice de protección, por lo cual se obtuvieron problemas y daños causados por polvo, además de que la colocación de estos era a error humano, para corregir estos problemas se hizo un nuevo planteamiento para el acomodo y colocación de los sensores, basándonos en un reloj de sol, obteniendo como resultados el siguiente sensor.

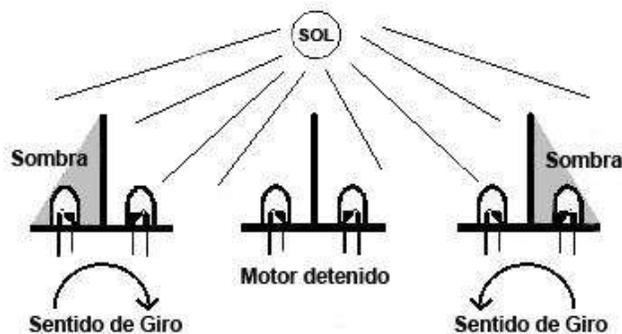


Figura 2.4.- Sensor Solar

Con este tipo de sensor se hicieron las pruebas pertinentes, se encontraron errores de 15 a 20 grados entre un sistema y otro, para corregir estos errores se compraron nuevas fotoceldas en USA con una calidad mucho mejor que las que se encontraban en México.

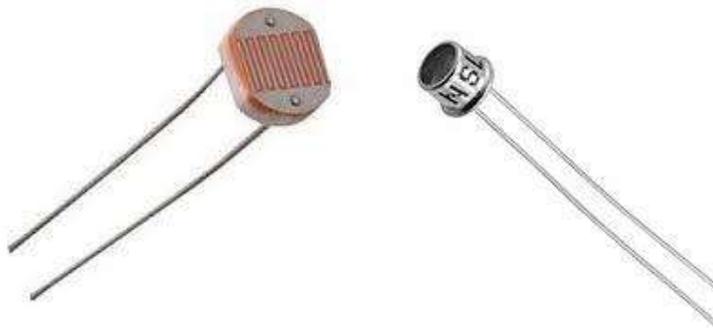


Figura 2.5.- Primer sensor usado a la izquierda, sensor final a la derecha

Con este circuito se comenzaron a modificar las instalaciones anteriores obteniendo mejores resultados que los que teníamos previstos, cuando se terminaron las modificaciones, y se aceptó el sistema de seguimiento como un prototipo final, se vio la necesidad de capacitar personal para las instalaciones, ya que las primeras instalaciones se hicieron sin respetar ninguna clase de norma y con muchas deficiencias, a finales del año 2015 la empresa GTM Constructora realizo una visita a las instalaciones de la empresa INTELLIWA, los directivos de dicha empresa pidieron que se les realizara una presentación completa de todo el trabajo desarrollado, y de las instalaciones, así adquirieron el 70% de la empresa, lo cual nos dio un giro completamente.

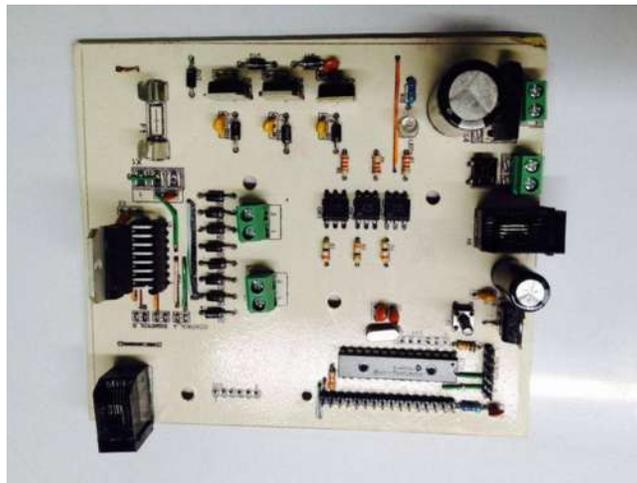


Figura 2.6.- Prototipo Final

## 2.5.- Sistemas disponibles para ventas.

A partir de este momento la empresa comenzó a realizar instalaciones mucho más grandes y de mayor calidad por lo cual se me envió a tomar un curso del Inversor Fronius, para planeación,

instalación y puesta en marcha, ya que los requerimientos de cada instalación se hicieron cada vez más demandantes, en dichas instalaciones se dejó de utilizar micro inversores ya que muchos de estos implicaban gastos mayores en instalación a partir de 2KW instalados se comenzó a utilizar Inversores Galvo, para realizar mis primeras pruebas con este tipo de inversores y nuevos sistemas de monitoreo se montó una granja en las instalaciones del parque tecnológico, donde se instalaron diferentes sistemas, que la nueva administración diseño y nombro como Géminis, que es un sistema de dos paneles sin movimiento, y los sistemas Enerhunter1 y Enerhunter2 que son sistemas de 4 módulos fotovoltaicos de 250W con movimiento, además del sistema flat que es un módulo con seguimiento, y consta de 6 paneles de 330W.



**Figura 2.7.- Sistema Enerhunter1**



**Figura 2.8.- Sistema Enerhunter2**



Figura 2.9.- Sistema Flat



Figura 2.10.- Sistema Géminis

## 2.6.- Instalación de 12KW/h

La primera instalación completamente a mi cargo fue la del RANCHET C30 donde se instalaron 48 módulos foto voltaicos de 250W, quedando así una instalación de 12KW/h, para esta instalación se utilizó un inversor FRONIUS IG – PLUS 12.0-3, como era de esperarse surgieron miles de dudas durante la instalación ya que era la primera que realizaba, quedando esta con muchas deficiencias en cuestiones de protección, además de que en el lugar que se nos había planteado se realizaron modificaciones por parte de los arquitectos. Los cuales afectaron hasta un 50% de la producción, dentro de dicha instalación se le entrego a la empresa que hizo el diseño de la instalación eléctrica el manual donde se les especifico que la topología del inversor solicitaba la instalación de un electrodo, además de que se debía de haber barra equipotencial para las tierras de dicho lugar, en

la puesta en marcha del inversor se obtuvieron buenos resultados, posteriormente se instaló un sistema de para rayos, el cual nunca se nos notificó, días después de la instalación de dicho sistema el inversor nos notificó un estado.



Figura 2.11.- Estado que muestra el Fronius

Cuando se realizó la inspección del inversor se encontraron algunas fallas como el fusible de falla a tierra dañado, además de que los voltajes registrados por el sistema excedieron los voltajes máximos del sistema, por lo cual no se aplicó ninguna garantía, a pesar de que los fusibles se quemaron el POWER RACK del Fronius alcanzo a sufrir daños en una etapa de potencia por lo cual dejo de producir energía, una vez detectada la falla se llamó a soporte técnico el cual nos envió un Fronius partner para confirmar el diagnóstico y reparar el sistema, al hacer una medición de las tierras instaladas nos percatamos que los cables de conexión a tierra que se nos habían entregado no estaban conectados a ningún lugar además de que las tierras de dicho lugar no se llevaron a ninguna barra equipotencial como lo marca la Norma, con las evidencias encontradas de todas las anomalías anteriores, se hizo la deductiva a la empresa correspondiente, para que se hicieran los pagos correspondientes de los gastos.

## 2.7.- Correcciones a la instalación del C30

Y se hicieran las modificaciones necesarias de dicho lugar para tener nuestro sistema protegido. Y dar por concluida esa instalación que hasta la fecha solo entrega resultados del 50% de su capacidad.



**Figura 2.12.- Sistema del C30**



**Figura 2.13.- Anomalías detectadas en el C30**

# CÁPITULO 3.

## Planeación de instalación

### **3.1.- Para poder hacer la planeación de una instalación, se deben de tomar los siguientes puntos**

- 1.- Análisis de recibo de CFE para poder hacer una revisión del consumo de KW/h diarias y poder abatir el consumo máximo, en cada caso de diferentes tarifas, ya sea DAC, OM, HM.
- 2.- Hacer una visita al lugar para ver espacios disponibles y la orientación del lugar
- 3.- De acuerdo a la visita realizada se hace un estimado de cableado eléctrico tubería y tipo de estructura que se debe de utilizar para los paneles.
- 4.- Además de esto se debe de revisar las condiciones en que se trabaja en dichas instalaciones para ofrecer las protecciones más adecuadas para el lugar.
- 5.- Realizar la propuesta para la instalación, con sus diferentes presupuestos en caso de que haya más de una opción

### **3.2.- Orientación del módulo fotovoltaico**

Una vez revisado la orientación del lugar debemos de tomar en cuenta que el sistema fotovoltaico debe de tener una inclinación de 15 a 20 grados de Norte a Sur, la parte más elevada debe de quedar orientada al norte para que se obtenga una mejor eficiencia del sistema.

Para calcular la altura que llevara la parte que vamos a elevar se hace con trigonometría básica con la siguiente formula.

Altura del soporte =  $\text{Sin (Inclinación)} * \text{distancia de norte a sur del panel}$

La inclinación que se tomaba en cuenta era de 15°

La distancia de Norte a sur del panel depende del acomodo



**Figura 3.1.- Módulo de 250W**

La mayoría de los módulos miden 0.99 a 1 mt, por 1.65 mts.

Así para calcular la altura de los soportes solo sustituimos valores en la formula anterior

$$\text{Altura} = \sin(15^\circ) * 1.65 = 0.427 \text{ cm}$$

### **3.3.- Esquema de conexión para el inversor**

El esquema utilizado para la conexión de paneles e inversor es el siguiente, en el cual a cada conexión de un panel con otro en serie, se le llama comúnmente cadena o ramal, antes de que estos lleguen al inversor deben de existir algunas protecciones para este caso solo nos marca fusibles, calculados previamente, además de un interruptor de CD, Para cada uno de los arreglos.

En la interconexión del inversor con AC debemos de contar con interruptores para cada una de las fases que se conecten, CFE nos recomienda que haya un interruptor en cada fase lo más cercano al inversor y un interruptor en el tablero principal para cada fase del inversor, así el encargado de mantenimiento puede seccionar cualquiera de estos sin ningún problema para mantenimiento.

Todos los módulos fotovoltaicos deben estar aterrizados con un cable desnudo y continuo en el cual se garantice el contacto con cada uno de los marcos, y debe de ser llevado hasta una de las terminales de tierra del inversor, que posteriormente debe de ser llevado a una barra equipotencial del sistema solar.

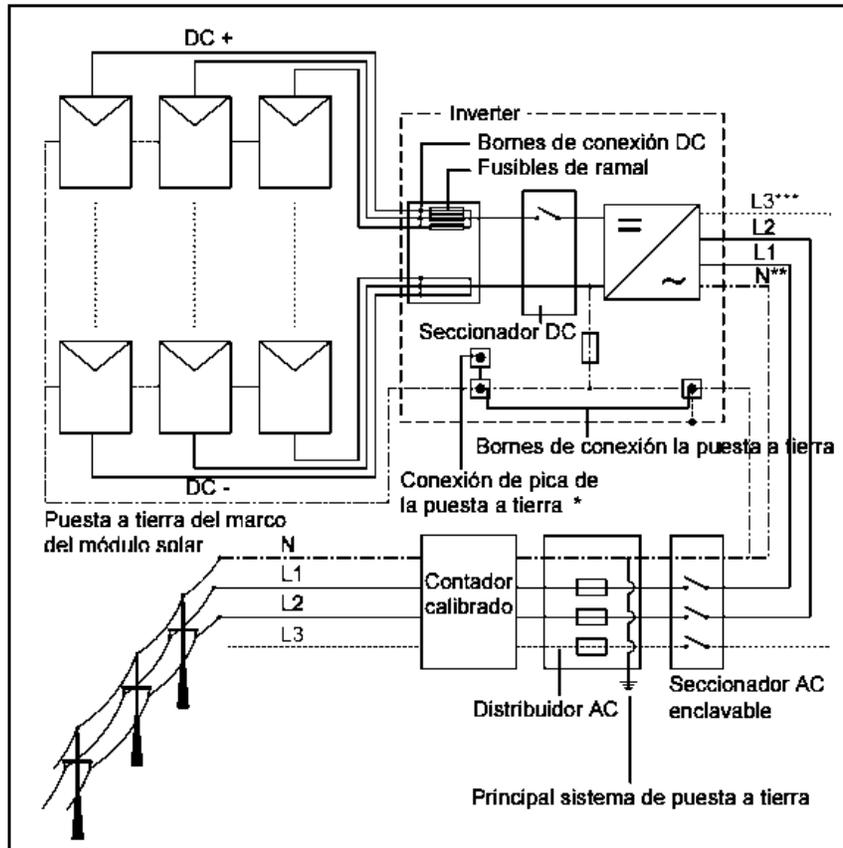


Figura 3.2.- Esquema de conexión para el inversor Fronius

### 3.4.- Sistema de configuración de Fronius

El sistema de configuración de Fronius nos sirve para conocer el número de cadenas o ramales adecuados para la instalación seleccionando como primera instancia el inversor, después el fabricante del módulo fotovoltaico y el modelo, por últimos le insertamos las condiciones de temperatura ambiente. Hay dos condiciones que nos deja seleccionar una de estas es usaron dos Seguidores de Punto de Máxima Potencia por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracker), y la otra hacer uso de estas de manera combinada, la otra opciones es que nos permite seleccionar un voltaje de 600V o 1000V. Estas últimas dos dependen del tipo de instalación que se vaya a realizar y se dejan a criterio de los instaladores.

Para finalizar debemos de tomar en cuenta el número de módulos fotovoltaicos a instalar para así poder seleccionar el número de cadenas que queremos llevar hasta el inversor, estos datos están en la caja de texto que dice #STRINGS donde nos marcara con Verde las configuraciones optimas con Amarillo si el dimensionamiento es insuficiente, con Naranja si el arreglo que le estamos proponiendo esta sobre dimensionado, y en color Morado si la máxima corriente directa fue excedida.

Una vez seleccionado todo esto el sistema de configuración nos arroja los datos correspondientes que no se deben exceder para trabajar el inversor adecuadamente, además de mostrarnos en que porcentaje de su operación optima tendremos trabajando al inversor.

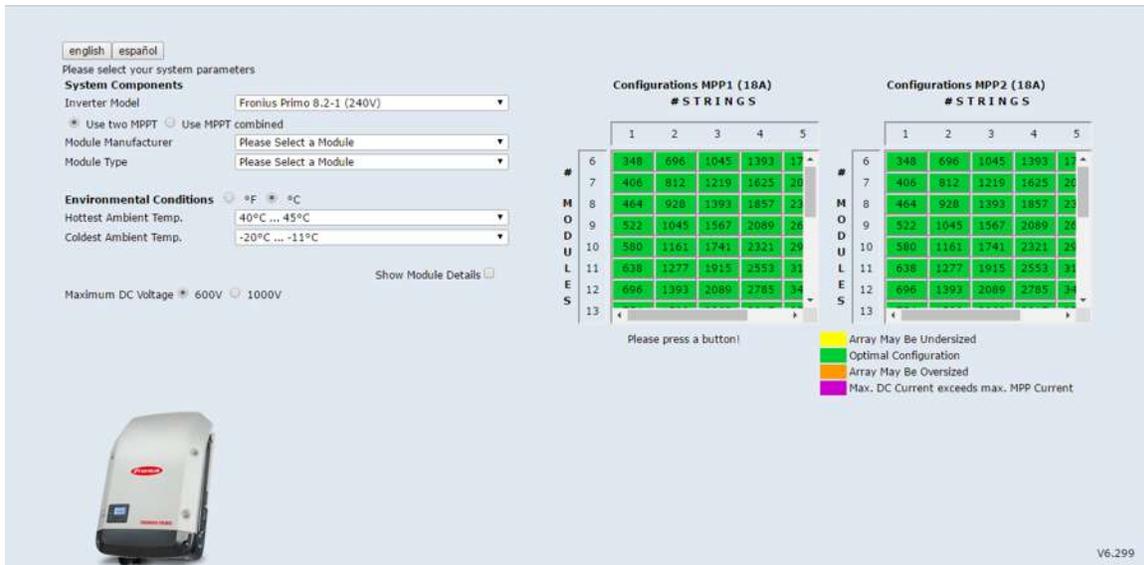


Figura 3.3.- Configurador de Fronius

### 3.5.- Selección del Material Eléctrico

Una vez que se termina la configuración del inversor se procede a hacer los cálculos de cables revisando su caída de tensión a las distancias que se tienen planeadas, tanto de CA, como de CD así como el calibre del cable, también se procede a seleccionar el tipo de canalización que se utilizara en el lugar y se revisa su ocupación. Todo esto lo determinamos con el siguiente programa, ya que se terminó todo esto, seleccionamos los interruptores más adecuados y se considera que todo está listo para la instalación.

<b>Motor Eléctricos</b>	<b>Icc Motor</b>	<b>Lista de Cables</b>	<b>Distancia Ductos/ Bandejas</b>
<b>Transformador</b>	<b>Icc Transformador</b>	<b>Baterías NiCd</b>	
<b>Caída de tensión DC</b>	<b>Caída de Tensión 3F</b>	<b>Caída de Tensión 1F</b>	
<b>Calibre de Conductores hasta 2000V</b>	<b>Caída de Tensión Carga distribuida (iluminación)</b>	<b>Triangulo de Potencia</b>	
<b>Alimentador</b>	<b>Icc RED eléctrica</b>	<b>Bandejas Portacables</b>	
<b>Ocupación Ductos</b>	<b>Icc Barra</b>	<b>Tableros Monofasicos</b>	
<b>Lista de Cargas</b>	<b>Impedancia de línea</b>	<b>Tableros Trifasico</b>	

Figura 3.4.- Programa Para Selección de Material Eléctrico

# CÁPITULO 4.

## Instalaciones Realizadas

Dentro de las instalaciones que realice personalmente están las siguientes

### 4.1.- 750W/h Instalados



Figura 4.1.- Instalación Los Olivos

### 4.2.- 1KW/h Instalado



Figura 4.2.- Instalación Almacén Salsa Valentina

### 4.3.- 12KW/h Instalados



Figura 4.3.- Instalación C30

### 4.4.- 6.230 KW/h Instalados



Figura 4.4.- Instalación Parque Tecnológico

### 4.5.- 6.6 KW/h Instalados



Figura 4.5.- Instalación Varmond School

#### 4.6.- 6.6 KW/h Instalados



Figura 4.6.- Instalación KNOTION

#### 4.7.- 500 W/h Instalados



Figura 4.7.- Instalación Papelería Contí

#### 4.8.- 500 W/h Instalados



Figura 4.8.- Instalación Las Américas Calle Haití

#### 4.9.- 2 KW/h Instalados



Figura 4.9.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.10.- 1.5 KW/h Instalados



Figura 4.10.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.11.- 3.180 KW/h Instalados



Figura 4.11.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.12.- 1 KW/h Instalados



Figura 4.12.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.13.- 1.5 KW/h Instalados



Figura 4.13.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.14.- 1 KW/h Instalados



Figura 4.14.- Instalación Club De Golf 3 Marías

#### 4.15.- 1.98 KW/h Instalados



Figura 4.15.- Instalación Las Américas Norte

#### 4.16.- 500 W/h Instalados



Figura 4.16.- Instalación Ing. Rufino

#### 4.17.- 500 W/h Instalados



Figura 4.17.- Instalación Ing. Rufino

#### 4.18.- 6.360 KW/h Instalados



Figura 4.18.- Instalación Corporativo Dunza

# CÁPITULO 5.

## Instalación de Inversores

### 5.1.- Micro Inversores

La instalación de los Micro-Inversores es muy fácil ya que cuenta con dos conectores MC4 uno para el cable positivo del panel y otro para el cable negativo para la conexión de AC cuenta con un cable que puede unirse entre un inversor y otro al final se le conecta un cable llamado end cable que tiene las puntas para la interconexión con AC



Figura 5.1.- Conector MC4 del Micro-Inversor conectado al panel



Figura 5.2.- Cable de AC que se conecta entre inversores

El tipo de cable no es universal ya que cada uno de los inversores tiene su forma de unir un inversor con otro, así como el end cable, y también requieren un end cap ya que se necesita proteger el último cable que no se unirá a nada.

## **5.2.- Montaje de inversores Fronius de la Gama, Galvo, Primo y Symo**

Este tipo de inversores los considero fácil de montar ya que solo se requieren 5 taquetes para poderlo empotrar en cualquier lado, cuenta con un IP65, (“Índice de protección para intemperie”)

Además de que si se daña el inversor no se necesita realizar ningún cambio en el cableado solamente se desmonta el inversor averiado y se sustituye por el nuevo.

La desventaja de este tipo de inversores es que ya no cuenta con ningún tipo de porta fusibles como los modelos anteriores tampoco incluye ningún interruptor estos deben de ser agregados por separado.

Este tipo de inversores no requiere ninguna tarjeta adicional para monitoreo o adquisición de datos o actualizaciones ya que incluye todo lo necesario para esto además de que se puede interconectar con varios inversores, si hay más de uno en la instalación



**Figura 5.3.- Montaje Snap In de Fronius**



**Figura 5.4.- Montaje del inversor**



Figura 5.5.- Montaje Final del inversor

### 5.3.- Instalación de diferentes tipos de Inversores



Figura 5.6.- Montaje de diferentes inversores



Figura 5.7.- Inversor Central de Fronius

En las imágenes anteriores se muestran diferentes tipos de montajes con inversores diferentes, otra ventaja de la nueva gama de Fronius es que todos los inversores tienen el mismo tamaño.

#### 5.4.- Protecciones.

En las imágenes anteriores se instaló también una caja de Schneider 30x40x20 debido a que en esa parte se instalan las pastillas de AC y de CD, además de sus porta fusibles y Varistores si fueran necesarios, o diodos de bloqueo para cada una de las cadenas en caso de que estos sean necesarios.



Figura 5.8.- Instalación de protecciones para el sistema fotovoltaico



Figura 5.9.- Caja Table Plast con porta Fusibles e Interruptores para CD

### 5.5.- Trámites ante CFE

Una vez terminada la instalación se siguen los siguientes pasos para el trámite de cogeneración ante CFE.

- 1.- Llevar evidencias de la instalación
  - 1.1.- Fotos de los Módulos foto voltaicos
  - 1.2.- Fotos del inversor o los Micro inversores
- 2.- Croquis del lugar
- 3.- Manual del inversor donde se especifique que tiene protección Anti-Isla, UL1741
- 4.- Manual del Módulo fotovoltaico.
- 5.- Formato de cogeneración que CFE proporciona en su página.

### 5.6.- Comparación final de dos sistemas idénticos Varmond y Knotion

La comparación de estos dos sistemas se hizo para confirmar con un sistema de monitoreo más sofisticado y completo, que un sistema con movimiento tiene una mayor producción que un sistema fijo en las mismas condiciones.



Figura 5.10.- Comparación En Sistema De Monitoreo Solarweb



Figura 5.11.- Comparación de sistemas en las mismas condiciones al terminar del día

En las dos imágenes se puede notar que los puntos donde el sistema con seguimiento tiene un mayor rendimiento es por la mañana y por la tarde, siempre y cuando haya una buena irradiación solar el sistema con seguimiento tendrá un mejor aprovechamiento, pero cuando los días son nublados el sistema fijo tiene una mayor eficiencia que el sistema con seguimiento, pero no es

mayor a medio kilowatt la diferencia en esos días, pero en un día en condiciones óptimas el sistema con seguimiento solar tiene hasta 10 o más kilowatts que un sistema fijo.

### 5.7.- Anomalías, fallas y cosas adicionales durante las instalaciones realizadas.



Figura 5.12.- Módulos con Chicle, Daños En Inversores, Switch dañado, Sistemas Mal Aterrizados



Figura 5.13.- Instalación de Sistemas de tierras

# CÁPITULO 6.

## Conclusiones

### 6.1.- Conclusiones

En conclusión de este reporte de experiencia laboral, cuando sale uno al mundo laboral sientes, o piensas que la UMSNH no te preparo para nada o que no aprendiste nada ya que te encuentras en un mundo laboral que realmente no conoces, crees que la gran mayoría de las cosas que viste no las ocuparas nunca, pero cada vez que vas aprendiendo nuevas cosas o adquiriendo diferentes conocimientos te das cuenta que la universidad te dio todos los medios necesarios tal vez básico en muchos de los aspectos, pero nos enseñó que día a día hay que seguirnos preparándonos, que no tenemos los conocimientos a fondo de cada situación en la que nos encontramos pero que nos preparó para conocer los elementos de los cuales podemos echar mano y empaparnos para poder atacar los problemas que se nos presentan, cuando egrese no sabía nada de paneles solares pero tenía los conocimientos básicos, de electrónica tanto para diseñar un prototipo como para entender el funcionamiento de dichos sistemas o para realizar una instalación, lo demás solo fue entender aspectos que nunca habíamos manejado pero que estaba preparado para aprenderlos de una manera mucho más fácil de la que uno se imagina, para al final darnos cuenta que la Universidad nos preparó, para mucho más de lo que en algún momento imaginamos.

Cuando llegue al grupo de titulación conocí mucha gente egresada de la Universidad que se desempeñó en diferentes empresas, que en algunos casos no tienen que ver con el ramo de la electricidad, pero que la preparación que recibieron los hizo sobre salir, en su ámbito de trabajo, muchos otros construyeron empresas propias de la nada, y generan empleos para muchas personas, además de que todos son personas que generan un bien a su estado y ponen en alto el nombre de la UMSNH.