



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

Plataforma de Monitorización de los sistemas  
fotovoltaicos y eólicos del laboratorio de energías  
Renovables de la FCE.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciado en Ciencias de la Electrónica

PRESENTA:

T.S.U. Victor Manuel Hernández Román

ASESORES INTERNOS:

Dr. Guerrero Castellanos José Fermi

Dr. Gerardo Mino Aguilar

Dr. Vivaldo de la Cruz Israel

ASESOR EXTERNO:

M.C. Fernando Osvaldo González Manzanilla



Puebla, Puebla. Julio del 2015.

*“ Si ya tienes el No,  
ve por el Sí ”*

# Dedicatoria

Esta tesis se la dedico principalmente a mi Dios, quien supo guiarme por el buen camino, quien me dio fuerzas para seguir siempre adelante y no flaquear ante las adversidades que la vida me presentaba, enseñándome a encarar los problemas sin perder la cordura ni desfallecer en el intento. Dios mío, te agradezco infinitamente por derramar en mí, tus bendiciones y llenarme de tu fuerza, para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida hasta el día de hoy. Bendito siempre seas padre mío.

Agradezco tanto a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres y espero ser igual que ustedes y enseñar lo mismo que me inculcaron, que es AMOR.

Padre amado, gracias por aquellas palabras y consejos sinceros y duros, que lograron su objetivo en mí, ser una persona de bien, exitosa y trabajadora, con mucho orgullo seguiré tus pasos, gracias por amarme tanto y seguir a mi lado.

Madre amada, te agradezco tanto, que hallas sido tú, la que me impulso a seguir adelante y convertirme en un exitoso Licenciado, te costó muchos desvelos, cansancios, angustias, dolores de cabeza y sacrificios, pero gracias a todo tu amor incondicional, has logrado tu meta, has hecho de mí un ser mejor y exitoso, así que hoy te brindo a ti Madrecita hermosa, todo lo que soy, así que esté título, que hoy eh obtenido, es todo tuyo, Felicidades Mamá.

Carolina, mi hermana mayor, gracias por educarme, por ser otro guía en mi camino, gracias por quererme tanto y brindarme un equipo de cómputo, para lograr mi carrera y terminar mi tesis, gracias por todo tu apoyo.

Diana, mi hermana y comadre, gracias por brindarme tantos consejos por tu gran apoyo y por darme ánimos para seguir adelante por guiarme, quererme y cuidarme desde niño.

Finalmente, Cirila, mi amada novia, fuiste y eres todo aquello que siempre busque, mi inspiración para seguir adelante y mi fuerza, has estado en los momentos buenos como malos, jamás me has abandonado y siempre has confiado en mí, así que hoy culmina este trayecto en mi vida profesional, y aquí empieza un nuevo camino para nuestra nueva vida juntos, te amo.

# Agradecimientos

A mis asesores:

**Dr. Guerrero Castellanos José Fermi.**

**Dr. Gerardo Mino Aguilar.**

**Dr. Vivaldo de la Cruz Israel.**

**M.C. Fernando Osvaldo González Manzanilla.**

A mi jurado:

**Dra. Liliana Cortez.**

**Dr. J. Guillermo Pérez Luna.**

**Dr. Roberto Carlos Ambrosio Lázaro.**

Al *C.P. Marco Antonio Paredes Muñoz* (Jefe de Servicios Escolares Área C.U.), por sus consejos, apoyo y guía para crecer como profesionista y persona.

Al *C.P. José Juan Morales Rodríguez* (Director de la Dirección de Administración Escolar BUAP), por darme la oportunidad de trabajar a su lado y brindarme su confianza.

A la *C.P. Cirila Vázquez García* (Auditora del Depto. de Archivo en Dirección de Administración Escolar BUAP), por guiarme al buen camino, por madurar mi mentalidad y por hacer de lo imposible una realidad.

A la *Facultad de Ciencias de la Electrónica* y en especial a la *Coordinación de Integración Social*, coordinada por el *M.C. Mario López López*, quien gestiono una beca para la realización de esta tesis.

A la *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla* (BUAP) por la calidad y prestancia de educación que imparte a sus alumnos y por haberme forjado como un profesionista a nivel Licenciatura.

Y amis amigos, que me acompañaron durante todo el transcurso de mi vida universitaria, en especial a Ivan Reyes y Geovanny Bautista

# Resumen

En la actualidad, existen de manera particular y a menor escala, sistemas generadores de corriente eléctrica, como pueden ser los sistemas fotovoltaicos y eólicos, estos sistemas pueden estar ubicados en los hoteles, viviendas, universidades u otros, sin embargo, cuando se adquieren estos sistemas, solo se otorga el equipo que fue adquirido, por lo tanto, en la mayoría de los sistemas existentes, no se sabe cuánto se está generando, y aquellos que brindan esta información, lo otorgan a través de un software, un hardware y una página web, que funcionan por un lapso de tiempo determinado, al terminar este periodo, el servicio puede ser deshabilitado, o en su caso, cobrar el mismo. Por otro lado, los sistema híbridos aislados no cuentan con una tarjeta de adquisición de datos y un software de adquisición y almacenamiento de información, el cual, nos indique su producción de electricidad, por lo que se tiende a crear una tarjeta de adquisición de datos, nombrada “Supervisor of photovoltaic and wind system”, con el fin de adquirir los valores de voltaje y corriente, que producen estos sistemas de energía limpia, así como el almacenamiento de voltaje, en el banco de baterías, dicha información será adquirida mediante una interfaz, que posteriormente serán enviadas a un servidor, para así, no depender más de la empresa. La interfaz que se genera, tiene dos funciones especiales y se mencionan a continuación:

- Crear una secuencia de eventos del “mouse”, “keyboard” y retardos, para poder así, manipular el programa que la empresa Fronius otorga (Fronius Solar.Acces), con el fin de adquirir, descargar y almacenar la información cada cinco minutos, o en su caso, una sola vez, dichos datos se podrán visualizar mediante gráficas y éstas se actualizarán cada vez que se descargue nueva información.
- Adquirir, almacenar y visualizar, la producción de electricidad del sistema híbrido aislado cada cinco minutos, y poder visualizar el voltaje, la corriente y la potencia actual de los sistemas en cuestión .

Mientras que la página web generada, se visualizarán los datos adquiridos de manera gráfica y podrán ser vistas en cualquier parte del mundo, siempre y cuando se tenga una conexión a internet, esta misma, contará con información de divulgación para la sociedad, de lo que es: un sistema híbrido aislado, un sistemas interconectado a la red y un sistema eólico. Y la tarjeta de adquisición de datos, podrá adquirir la información, y enviarla a una estación de monitoreo central de manera inalámbrica.

# Índice general

<b>Dedicatoria</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>II</b>
<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de Cuadros</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación del proyecto . . . . .	2
1.2. Objetivo General . . . . .	5
1.3. Objetivos Específicos . . . . .	5
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>6</b>
2.1. Energías renovables . . . . .	8
2.2. La energía solar . . . . .	10
2.2.1. Radiación solar . . . . .	10
2.2.2. Energía solar fotovoltaica . . . . .	11
2.2.3. Sistema fotovoltaico . . . . .	14
2.2.4. Sistema fotovoltaico aislado . . . . .	18
2.2.5. Sistema fotovoltaico híbrido . . . . .	20
2.2.6. Sistema fotovoltaico conectado a la red . . . . .	21
2.2.7. Proyectos de sistemas fotovoltaicos en México . . . . .	23
2.3. La energía eólica . . . . .	24
2.3.1. Aerogeneradores . . . . .	27
2.3.2. Sistemas eólicos . . . . .	32
<b>3. Descripción de la plataforma de monitorización</b>	<b>35</b>
3.1. Sistemas monitorizados . . . . .	37
3.1.1. Sistema fotovoltaico interconectado a la red . . . . .	37
3.1.2. Formas de adquisición de datos de Fronius . . . . .	39
3.1.3. Sistema Híbrido aislado . . . . .	48
3.2. Desarrollo de la interfaz . . . . .	52
3.2.1. Splash screen . . . . .	53
3.2.2. Login . . . . .	53

3.2.3.	Pantalla Principal . . . . .	54
3.3.	Sistema de adquisición de datos . . . . .	60
3.3.1.	Microcontrolador (PIC16F877A) . . . . .	60
3.3.2.	Transductor de corriente LA 55-P . . . . .	61
3.3.3.	Transductor de voltaje LV 25-P . . . . .	63
3.3.4.	Módulo bluetooth . . . . .	65
3.3.5.	Regulador de voltaje 78XX y 79XX . . . . .	65
3.3.6.	Adquisición de datos de la tarjeta “Supervisor of photovoltaic and wind system” . . . . .	66
3.3.7.	Diseño del prototipo . . . . .	68
3.3.8.	Pruebas . . . . .	71
3.4.	Diseño y desarrollo de la página Web . . . . .	79
3.5.	Estación de monitoreo central . . . . .	82
3.6.	Propuesta de un demostrador de energías renovables . . . . .	83
<b>4.</b>	<b>Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>86</b>
4.1.	Conclusiones . . . . .	86
4.2.	Trabajo futuro . . . . .	88
	<b>Apéndices</b>	<b>89</b>
	<b>Apéndice I: Manual de usuario</b>	<b>90</b>
	<b>Apéndice II: Diseño de la tarjeta de adquisición de datos</b>	<b>91</b>
	<b>Apéndice III: Código del microcontrolador PIC16F877A para la adquisición de datos</b>	<b>93</b>
	<b>Apéndice IV: Código de la página web</b>	<b>95</b>
	<b>Apéndice V: Hoja de costos</b>	<b>125</b>
	<b>Anexos</b>	<b>126</b>
	<b>Anexo I: Aerogenerador AIR 30</b>	<b>127</b>
	<b>Anexo II: Panel fotovoltaico 265 Watts</b>	<b>129</b>
	<b>Anexo III: Inversor fronius IG-PLUS</b>	<b>130</b>
	<b>Anexo IV: Panel fotovoltaico 100 Watts</b>	<b>132</b>
	<b>Anexo V: Microcontrolador PIC16F877A</b>	<b>133</b>
	<b>Anexo VI: Transductor de corriente LA-55P</b>	<b>138</b>
	<b>Anexo VII: Transductor de voltaje LV 25P</b>	<b>140</b>
	<b>Bibliografía y Referencias</b>	<b>142</b>

# Índice de figuras

1.1. Sistemas de Energías Renovables de la FCE. . . . .	3
2.1. Recursos no renovables. . . . .	6
2.2. Cambio Climaticos. . . . .	7
2.3. Energías renovables. . . . .	9
2.4. Cinturón Solar [40]. . . . .	10
2.5. Efecto Fotovoltaico. . . . .	11
2.6. Circuito equivalente de la celda fotovoltaica [19], pág. 17. . . . .	12
2.7. Curva característica de una celda solar. . . . .	12
2.8. Tipo de Baterías. . . . .	17
2.9. Tipos de Conexiones entre modulos. . . . .	18
2.10. Diagrama de flujo de un sistema fotovoltaico aislado con baterías . . . . .	19
2.11. Sistema fotovoltaico Híbrido . . . . .	20
2.12. Sistema fotovoltaico conectado a la red . . . . .	22
2.13. Botanas la Lupita [42] . . . . .	23
2.14. Parque Fotovoltaico NL [44] . . . . .	23
2.15. Aura Solar I [43] . . . . .	24
2.16. Ruido Eólico [31], Pág. 409. . . . .	25
2.17. Pionero de la turbina eólica gigante de Ohio [28]. . . . .	25
2.18. Componentes de un aerogenerador [31], Pág 359. . . . .	27
2.19. Ejes Vertical y Horizontal [31], Pág. 360 . . . . .	29
2.20. Rotores Barlovento y Sotavento [31], pág 362. . . . .	29
2.21. Aerogeneradores por el número de palas [31], pág 362. . . . .	30
2.22. Zonas potenciales para el desarrollo de proyectos de energía eólica [6], pág. 19. . . . .	33
3.1. Datalogger Web [45]. . . . .	36
3.2. Inversor Fronius IG Plus 3.0-1 [45]. . . . .	38
3.3. Esquema Físico del Sistema Interconectado a la Red . . . . .	38
3.4. Conexión mediante Internet . . . . .	40
3.5. Página oficial de Fronius. . . . .	41
3.6. Fuente de datos . . . . .	42
3.7. Conexión LAN . . . . .	42
3.8. Dirección IP fija del Datalogger . . . . .	43
3.9. <a href="http://169.254.0.180/">http://169.254.0.180/</a> . . . . .	44
3.10. Conexión LAN . . . . .	44
3.11. Fronius Solar.Acces . . . . .	45

3.12. Sistema fotovoltaico aislado . . . . .	49
3.13. Adquisición de datos mediante el datagridview . . . . .	51
3.14. Splash Screen . . . . .	53
3.15. Vistas de Login. . . . .	54
3.16. Barra de Menú . . . . .	55
3.17. Inicio y Fin de descargas . . . . .	55
3.18. Adquisición de datos en tiempo real . . . . .	56
3.19. Pantalla principal . . . . .	57
3.20. Identificación del puerto COM de “PATITAS” . . . . .	57
3.21. Búsqueda de Puertos COM . . . . .	58
3.22. Información de la energía proveniente del Aerogenerador. . . . .	59
3.23. Información proveniente del banco de baterías . . . . .	59
3.24. Microcontrolador PIC16F877a . . . . .	60
3.25. Transductor LA 55-P. . . . .	61
3.26. Transductor LV 25-P . . . . .	63
3.27. Módulo y Adaptador Bluetooth. . . . .	65
3.28. Reguladores de Voltaje 78XX y 79XX . . . . .	65
3.29. Conexión de los transductores LA-55P y LV-25P . . . . .	67
3.30. Recepción y envío de información . . . . .	68
3.31. Fuente . . . . .	69
3.32. Esquema de adquisición y envío de datos . . . . .	69
3.33. Diseño del prototipo . . . . .	70
3.34. Tarjeta Final . . . . .	70
3.35. Producto Final . . . . .	71
3.36. Bornes establecidos . . . . .	71
3.37. Comparativo de valores del banco de baterías. . . . .	72
3.38. Comparativo de voltaje obtenido de las baterías . . . . .	73
3.39. Datos del aerogenerador . . . . .	74
3.40. Comparativo de valores del módulo fotovoltaico. . . . .	74
3.41. Comparativo de voltaje obtenido del panel fotovoltaico . . . . .	75
3.42. Reostato e instrumentos de medición . . . . .	77
3.43. Gráfica I-V. . . . .	78
3.44. Gráfica P-V. . . . .	78
3.45. Gráfica P-I. . . . .	79
3.46. Página Web . . . . .	80
3.47. Vistas del sistema interconectado a red y del sistema fotovoltaico aislado . . . . .	81
3.48. Vistas del sistema eólico y banco de baterías . . . . .	81
3.49. Estación de monitoreo central . . . . .	82
3.50. Onda senoidal bifásica . . . . .	83
3.51. Demostrador del uso de Energías Renovables . . . . .	84
3.52. Perspectiva de la propuesta . . . . .	85
1. Descripción de la pantalla principal. . . . .	91
2. “Supervisor of photovoltaic and wind system” . . . . .	92
3. Cotización de la tarjeta de adquisición de datos . . . . .	125

# Índice de cuadros

3.1. Especificaciones de los módulos fotovoltaicos. . . . .	39
3.2. Lista de componentes del sistema interconectado . . . . .	39
3.3. Especificaciones técnicas unitarias del módulo fotovoltaico. . . . .	39
3.4. Especificaciones técnicas unitarias del Inversor Fronius. . . . .	39
3.5. Configuración de TCP/IPv4. . . . .	43
3.6. Fuente de datos. . . . .	44
3.7. Creación de un equipo desde Fronius Solar.Acces. . . . .	46
3.8. Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido aislado. . . . .	48
3.9. Especificaciones del Sistema Fotovoltaico . . . . .	49
3.10. Especificaciones del Aerogenerador . . . . .	49
3.11. Usuario y password de la interfaz . . . . .	53
3.12. Componentes principales de la tarjeta de adquisición . . . . .	60
3.13. Puertos utilizados del ADC del Microcontrolador . . . . .	61
3.14. Datos técnicos del Sensor de Corriente LA 55-P . . . . .	62
3.15. Datos técnicos del Sensor de voltaje LV - 25P . . . . .	63
3.16. Valores de Voc . . . . .	64
3.17. Voltajes DC obtenidos del banco de baterías . . . . .	73
3.18. Voltajes DC obtenidos del panel fotovoltaico . . . . .	75
3.19. Variables de temperatura y radiación solar . . . . .	77
3.20. Puntos máximos de las gráficas I-V, P-V y P-I . . . . .	78

# Capítulo 1

## Introducción

Desde que se hizo uso de la energía eléctrica y hasta la actualidad, ha sido necesaria en todos los sentidos, desde encender una lámpara, hasta abastecer las necesidades de una fábrica, así como pasar de producir a consumir. Para generar la electricidad que se consume en los hogares, empresas ó fábricas, se necesita de un movimiento de los electrones que conforman los átomos, la primera forma de obtener energía eléctrica, es mediante una máquina síncrona, a partir de la combustión de recursos no renovables (carbón, petróleo y gas natural). Con el paso del tiempo, se observó que utilizar estos elementos en medida desmesurada, provocaba daños tanto a la sociedad como al medio ambiente, se optó por buscar otras fuentes para generar electricidad (energía limpia y renovable), es en ese momento donde surgieron varias formas de obtener dicha energía a través de los fenómenos físicos, por ejemplo, se utilizó la caída del agua de una presa para generar energía hidroeléctrica y a partir del calentamiento del interior de la tierra se podía obtener energía geotérmica, entre otros. Sin embargo, también se busca obtener energía eléctrica a través de fenómenos naturales que perduren más en la naturaleza, tal es el caso de la radiación solar, que con ayuda de celdas fotovoltaicas se puede obtener electricidad, así como también del movimiento del viento, que a través de los aerogeneradores se puede obtener corriente eléctrica. Esta nueva tecnología está empezando a tener mayor importancia en el ámbito social y económico, y este tipo de fuentes esta libre de emisión y contaminación, además de ser inagotable, otro aspecto relevante, es que la electricidad generada puede ser vendida a la red de electricidad, o tomada a cuenta de nuestro consumo general, así como hacerla llegar de forma aislada a los lugares donde no existe red eléctrica, sin embargo un punto desfavorable para ella es que es vulnerable a los cambios climáticos, provocando que varíe su eficiencia para el auto consumo. En la actualidad, existen empresas que fabrican sistemas de generación de energía que se conectan a la red con su propio software, hardware, servidores y de más servicios, los cuales los brindan de forma gratuita o bajo costo, con el fin de enganchar a los clientes y en un futuro cobrarlos en un costo alto, lo cual no será grato para aquellos que contengan estos sistemas. También hay que mencionar que su software y hardware son cerrados, es decir, no pueden ser manipulados y que para la descarga de información debe de haber un operador que se encargue de dicha tarea.

Por otro lado, están las empresas que crean sistemas aislados, donde la electricidad generada, solo es para uso domestico o de bajo consumo, sin embargo estos sistemas no son monitorizados, por lo que brinda una desventaja para aquellos que lo ocupan, ya que no pueden utilizar su máxima eficiencia.

Por las razones mencionadas, en el presente trabajo se desarrollo un software que simule las acciones de un operador, que descarga la información de un software cerrado que obtiene datos de la generación de electricidad del sistema conectado a la red así como una tarjeta de adquisición de datos, que obtenga información de los sistemas híbridos aislados, para así, conjuntar la información adquirida de los dos sistemas en una sola plataforma y posteriormente desplegar esta información en forma de gráficas a una página web, donde será dada a conocer al público en general, haciendo una aportación más a la sociedad.

## 1.1. Justificación del proyecto

Este proyecto fue diseñado para la adquisición multivariable de datos, que proveerá información de la energía que genera diariamente el sistema fotovoltaico interconectado a la red de  $3.18 \text{ kWh}$  (figura 1.1(a)) y el sistema hibrido aislado, que fueron adquiridos después del día 3 de mayo del 2013, por la creación de la carrera en Ingeniería de Energías Renovables y están ubicados actualmente en el edificio 109 F de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE).

El sistema interconectado a la red , es actualmente monitorizado por la razón social “Fronius”, la cual, otorga un software, hardware y página web oficial, para la monitorización, adquisición y descarga de datos, sin embargo la forma de adquirirla es compleja y tediosa, ya que se depende forzosamente de un personal encargado para dicha tarea, y otro punto negativo, es que siempre se depende de sus servidores, lo cual, en algún momento, el servicio gratuito que otorga dicha empresa, podría empezar a cobrarlo, por lo que se pretende deslindarse de ella.

El sistema híbrido aislado, conformado por un aerogenerador de  $400 \text{ Wp}$  (figura 1.1(b)) y un módulo fotovoltaico de  $200 \text{ Wp}$  (figura 1.1(c)), no cuenta con un sistema de adquisición de datos, el cual, indique el buen funcionamiento de estos, así como su producción y almacenamiento de electricidad.

En base al sistema de monitorización de la empresa Fronius, se pretende crear un sistema que conste de los mismos servicios, es decir, una tarjeta de adquisición de datos, un software para la adquisición, almacenamiento y visualización de los datos, como un servidor y una página web.

El sistema que se creó, será habilitado para las necesidades del Sistema híbrido aislado, dando a conocer el voltaje, corriente y potencia eléctrica, generados por los sistemas que integra el sistema tipo isla, así como el almacenamiento de la energía en el banco de baterías.



(a) Sistema interconectado a red.



(b) Aerogenerador a 400 Wp.



(c) Modulo Fotovoltaico (PV) 200 Wp.

Figura 1.1: Sistemas de Energías Renovables de la FCE.

El sistema desarrollado y por no estar dirigido estrictamente para un uso en común, esté podría ser utilizado para comparar algún otro tipo de energías limpias creadas por los investigadores o alumnos de la FCE, lo que brinda la oportunidad de conocer y entender el rendimiento de estos y poderlos mejorar.

Algunas de las características más importantes del sistema resultante serán:

- Sistema de mediano costo, ameno, inalámbrico y confiable.
- Peso, tamaño y consumo de energía reducidos.
- Adquisición y almacenamiento de datos cada cinco minutos.
- Visualización de los datos adquiridos del sistema híbrido aislado en tiempo real.
- Visualización en gráficas de los sistemas .
- Programación de inicio y fin de las secuencias para la descarga y adquisición de los datos del datalogger web de la empresa Fronius.

Con estos sistemas a monitorear, se pretende disminuir en una pequeña cantidad pero significativa, el aumento del calentamiento global, ya que por cada kilowatt-hora ( $kWh$ ) generado por estos sistemas se disminuye a 0.532 Kg de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

La infraestructura y conocimiento que se genera en este proyecto será la base o complemento de otros proyectos más importantes en esta área del conocimiento y desarrollo para el bien social.

La organización del documento es el siguiente:

En el capítulo 2, se presenta un panorama general de los combustibles fósiles y su daño al medio ambiente, como también, la importancia de reemplazar dichas fuentes generadoras de electricidad, por sistemas generadores de electricidad, en este caso en particular serían los módulos fotovoltaicos y aerogeneradores, ya que estos están fuera de contaminación, son inagotables pero si vulnerables a los cambios climáticos como son: la radiación solar y la velocidad del viento. También, se proporcionan proyectos gestionados en México, debido a su posición geográfica y a su potencial eólico.

Otro punto relevante, es una reseña histórica de las celdas fotovoltaicas, su evolución y la implementación de ellas, en módulos fotovoltaicos aislados e interconectados a la red y por ende sus propios componentes para que puedan entrar en operación. De la misma manera, se mencionan datos relevantes de la energía eólica y de las distintas características de los aerogeneradores.

En el capítulo 3, se describen cinco puntos importantes que se abordan en el trabajo de tesis:

- El proceso de descarga y adquisición de datos, mediante el hardware (Data-logger Web) y software (Fronius Solar.Acces) de la empresa “Fronius”.
- Las conexiones físicas y las especificaciones técnicas del sistema fotovoltaico interconectado a la red.
- Los elementos que conforman al sistema híbrido aislado y la forma de como adquirir y monitorizar al sistema en cuestión.
- La creación de una tarjeta de adquisición de datos, para el sistema híbrido aislado, que pueda adquirir y enviar la información vía bluetooth a una interfaz de usuario.
- El desarrollo de una interfaz de usuario, que conjunte los datos descargados, tanto del sistema interconectado a la red, como del sistema híbrido aislado y poderlos visualizar mediante gráficas.
- La implementación de una página web.
- Como se conforma una estación de monitoreo central
- Y aportar una propuesta, a través del sistema interconectado a la red.

En el capítulo 4, se establecen los objetivos que fueron alcanzados de manera general, como las mejoras para el sistema que fue creado y aplicaciones en donde se podría utilizar, concluyendo así, con el trabajo de tesis.

## 1.2. Objetivo General

Desarrollar un sistema de monitorización, que integre en una plataforma de software única con capacidad de transmisión vía WEB, la información de las variables de voltaje y corriente de un sistema fotovoltaico interconectado a red y de un sistema fotovoltaico y eólico tipo isla.

## 1.3. Objetivos Específicos

- Diseñar una interfaz de usuario, mediante el uso de Visual Studio 2013©, que permita; adquirir, visualizar, analizar y almacenar la información de los diferentes sistemas fotovoltaicos y un eólico, que se encuentran situados en el laboratorio de energías renovables de la FCE.
- Implementar una tarjeta de adquisición de datos basada en el Microcontrolador PIC16F877A, los sensores LV25-P y LA55-P y una comunicación vía Bluetooth que permite adquirir las variables de voltaje y corriente en la salida del sistema fotovoltaico y eólico tipo isla y que permite una transmisión inalámbrica a una distancia de 5 metros hacia la estación de monitoreo central.
- Realizar un programa para extraer y gestionar los datos del inversor FRONIUS del sistema fotovoltaico interconectado a red y mostrarlos en la estación de monitoreo central.
- Generar una página WEB que permita visualizar de manera remota, la información de las variables de voltaje y corriente de los sistemas en cuestión. Así mismo la página cuenta con información de divulgación en el uso y configuración de sistemas fotovoltaicos aislados, sistemas fotovoltaicos interconectados a red y generadores eólicos.
- Proponer el desarrollo de un demostrador de sistemas fotovoltaicos, interconectados a red.

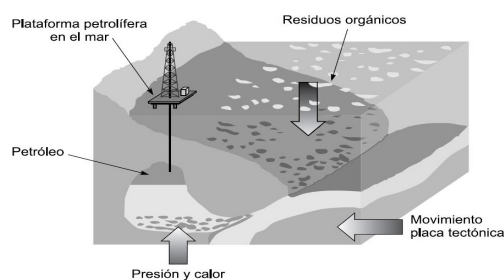
Características generales del sistema de monitorización:

- Interfaz gráfica con diferentes apartados para los diferentes sistemas a monitorizar.
- Intervalo de tiempo entre cada adquisición de descarga de datos de 5 minutos.
- Comunicación con tecnología Bluetooth entre Interfaz y Microcontrolador.
- Creación de página web.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

Durante mucho tiempo, se ha dependido del consumo de energía, para las diversas actividades cotidianas del ser humano. La principal forma para obtener energía, es a través de los combustibles fósiles, es decir, recursos no renovables (figura 2.1).



(a) *Petróleo* [31], pág. 40.



(b) *Carbón* [38].



(c) *Gas natural* [38].

Figura 2.1: Recursos no renovables.

Los recursos fósiles, son aquellos que se encuentran en la naturaleza, en una cantidad limitada y que fueron generadas, a través de la descomposición de millones de años de los restos de frondosos bosques, grandes animales muertos y materia orgánica, en general como algas, esporas y plantas acuáticas, acumulados durante millones de años, bajo grandes capas de tierra a altas presiones y temperaturas, fueron descomponiéndose lentamente mediante la acción de microorganismos anaerobios y han dado lugar a lo que hoy denominamos petróleo, carbón y gas natural [1], una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse. El autor Michael

Common [2] proporciona los tres párrafos siguientes:

**El carbón:** fue alguna vez vegetación, turba en particular; el carbón se forma cuando los antiguos depósitos de turba quedaron sepultados y, en consecuencia, comprimidos bajo las capas sedimentarias (ver figura 2.1(b)).

**El Petróleo:** Fue alguna vez tejido animal. Se cree que se originó por la acumulación de los cuerpos de criaturas marinas diminutas en las profundidades del mar (ver figura 2.1(a)).

**El gas natural:** Esta compuesto principalmente por metano, que se libera como subproducto durante la formación del petróleo, y los depósitos de gas natural generalmente se encuentran asociados a los depósitos de petróleo (ver figura 2.1(c)).



(a) Efecto Invernadero [39].



(b) Lluvia ácida [14], pág. 22.

Figura 2.2: Cambio Climaticos.

Sin embargo estos combustibles fósiles producen un alto nivel de  $CO_2$ , que con el paso del tiempo y por su uso desmesurado en: las fábricas, el manejo excesivo del automóvil, la tecnología y en mayor parte, la inconsciencia de muchas personas, han provocado que muchos efectos y cambios climáticos, aumentaran dramáticamente y que alteraran de manera abrupta el ecosistema, (ver figura 2.2) algunos de ellos son, el efecto invernadero, la lluvia ácida y el calentamiento global.

El dióxido de carbono y el metano, son dos de los principales gases que causan el efecto invernadero. Ambos se encuentran en constante y acelerado aumento (en una curva exponencial) desde hace un siglo, siguiendo el incremento de la actividad industrial y el crecimiento demográfico [3].

**El dióxido de carbono:** es un gas incoloro e inodoro, cuya molécula consiste en un átomo de carbono unido a dos átomos de oxígeno ( $CO_2$ ) [3].

Sin embargo, estos cambios climáticos pueden disminuir, con el uso de las fuentes de energías renovables y con ayuda de las empresas, ya que se estableció un plan intergubernamental para el cambio climático, de Naciones Unidas, aconsejan que se

reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50 % antes de 2050. Y para conseguirlo, sin causar traumas a la industria, establece dos periodos: reducción del 25 al 40 % antes del 2020 y el resto en el límite indicado [4].

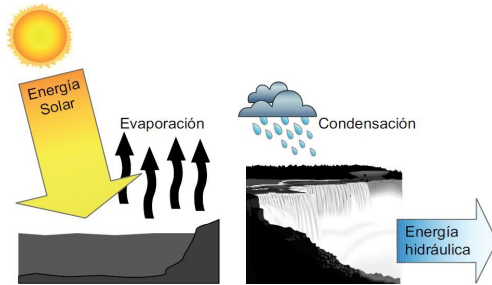
## 2.1. Energías renovables

Una alternativa en la generación de energía, que puede suplir, a las fuentes de energías actuales y fuera de contaminación e ilimitable, pero si vulnerable a los cambios climáticos, son las “Energías renovables”, esta se encuentra en todo lo que se conoce y se puede obtener de varias maneras, algunas de ellas son; a través del movimiento del agua, el viento, la radiación solar, el calor proveniente del interior de la tierra, entre otras. Es decir, las energías renovables, son las que una vez consumidas, se pueden volver a consumir porque se reponen, no se agotan [5].

Como se menciona anteriormente, existen varias formas de producir energía limpia, sin embargo, solo se mencionaran las que tienen mayor interés y mayor aportación de electricidad, la investigación de Wendy Lozano Cardona [6] brindará la definición de estas energías.

- **Energía Hidráulica:** Es la generación de electricidad a partir de la energía producida por el agua que corre al salvar el desnivel natural o artificial existente entre dos puntos (ver figura 2.3(a)).
- **Energía Biomasa:** Es la energía que se obtiene de residuos animales y vegetales. Como energético, la biomasa se puede aprovechar de dos maneras: quemándola para producir calor o transformándola en combustible (sólido, líquido o gaseoso)(ver figura 2.3(b)).
- **Energía Geotérmica:** Es la energía proveniente del núcleo de la Tierra en forma de calor; ésta fluye a través de fisuras en rocas y se acerca a la superficie, donde su acumulación depende de las condiciones geológicas del lugar (ver figura 2.3(c)).
- **Energía Eólica:** Es la energía del viento transformada en energía mecánica o eléctrica (ver figura 2.3(d)).
- **Energía Energía Solar:** Es la energía proveniente de la radiación del sol (ver figura 2.3(e)), se divide, de acuerdo a la tecnología utilizada, en:
  - **Fotovoltaica:** Es la transformación de la radiación solar en electricidad a través de celdas fotovoltaicas, elaborados principalmente de silicio.
  - **Solar de alta concentración:** Están conformados por paneles parabólicos que concentran la radiación solar para transformarla en energía eléctrica.

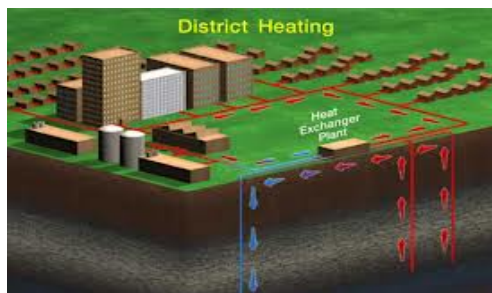
- **Térmica:** Es el aprovechamiento de la radiación solar para la captación y almacenamiento de calor a través de colectores termosolares.



(a) *Energía Hidráulica [31], pág. 422.*



(b) *Energía Biomasa [38].*



(c) *Energía Geotérmica [38].*



(d) *Energía Eólica [28], pág. 399.*



(e) *Energía Solar [38].*

Figura 2.3: Energías renovables.

De todas las energías anteriormente mencionadas, existe una alternativa que puede suplir a las fuentes de energías actuales, esto lo reportan dos autores [7] y mencionan, que es el uso, de energías fotovoltaicas y eólicas, ya que estas, han crecido de manera importante en las últimas décadas, dados los beneficios directos económicos y ambientales que traen consigo. El potencial de la energía solar y eólica que recibe la tierra es enorme. La cantidad de esta energía recibida es tan vasta, que equivale aproximadamente al doble de toda la energía producida por otras fuentes de energía no renovable, como el petróleo, carbón, uranio y gas natural. Además, México tiene una posición geográfica privilegiada en cuanto a la captación de este tipo de energías.

## 2.2. La energía solar

### 2.2.1. Radiación solar

El sol es una estrella que cuenta con una temperatura en su superficie de aproximadamente  $5,500^{\circ}C$ , en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones termonucleares, que producen una pérdida de masa que transforma en energía, esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la denominada “Radiación Solar”. La radiación en el sol es  $63,450,720W/m^2$ . Si suponemos que el Sol emite en todas direcciones y construimos una esfera que llegue hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de la distancia de 149,6 millones de  $km$  podremos determinar cuál es la radiación en este punto [8].

La cantidad de radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra, sea en suelo firme o en los océanos, ha sido cuantificada a través de mediciones realizadas por instrumentos ajustados para detectar, exclusivamente, la radiación solar incidente a ras del suelo [9].

Sin embargo, se sabe que la distancia entre la tierra y el sol no es constante, por lo tanto, la irradiancia fluctúa entre  $1,325 W/m^2$  y  $1,412 W/m^2$ . El valor medio de dicha irradiancia se conoce como constante solar [10], es decir,  $1,368 W/m^2$ .

Por otro lado, mientras atraviesa la atmósfera, pierde potencia y llega a la superficie de la tierra con una potencia máxima de aproximadamente  $1000 W/m^2$  [11].

De forma particular, Debido a la ubicación geográfica de México, el país forma parte del “Cinturón Solar” (ver figura 2.4) con una radiación mayor a  $5 kWh/m^2$  al día y  $6,500,000 GWh$  al año, por tal potencial, la república mexicana se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur [6].

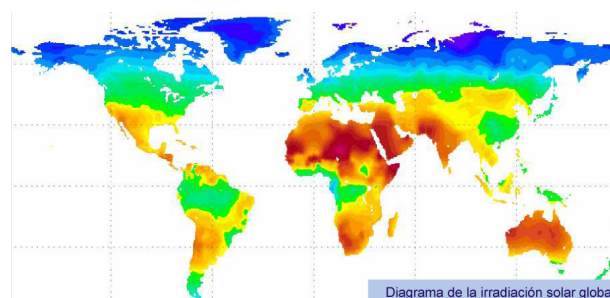


Figura 2.4: Cinturón Solar [40].

En un estudio publicado en el año 2010 por la Asociación de la Industria Solar Fotovoltaica Europea (EPIA, por sus siglas en inglés), se reporta que los países ubicados geográficamente dentro del llamado Cinturón Solar Global (CSG) entre las latitudes de  $\pm 35^{\circ}$  respecto al ecuador, tienen un potencial solar que aún no ha sido eficazmente utilizado; México está considerado como uno de ellos [12].

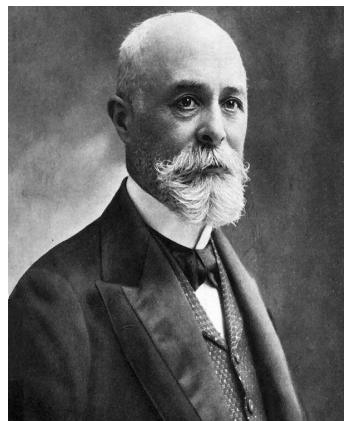
### 2.2.2. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica, es aquella que se obtiene, por medio de la transformación directa de la energía del sol, en energía eléctrica [13] mediante células fotovoltaicas. Este proceso, se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores, de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material, que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica [14].

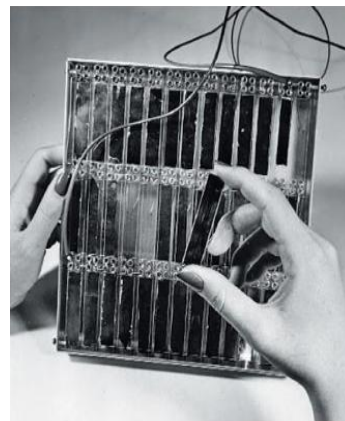
La tecnología solar fotovoltaica, es competitiva para la electrificación de poblaciones dispersas en todo el mundo. Sin embargo, los proyectos a gran escala, a causa de la propia dispersión geográfica, aún se enfrentan a dificultades como son la microgestión, la instalación, la puesta en marcha, la financiación y, la más importante de todas, el mantenimiento de las instalaciones [15].

#### Celda fotovoltaica

Una celda fotovoltaica, es el dispositivo que capta la energía contenida de la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales. Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. El silicio se encuentra abundantemente en todo el mundo, porque es un componente mineral de la arena. Sin embargo, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas. La mayoría de los paneles fotovoltaicos consta de treinta y seis celdas fotovoltaicas [13].



(a) *Alexandre-Edmond Becquerel* [41].



(b) *Fotocelda de Fritts* [16], pág. 29.

Figura 2.5: Efecto Fotovoltaico.

Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891) (figura 2.5(a)), físico francés en 1839 descubrió el efecto fotovoltaico que consiste en la transformación parcial de la

energía lumínica en energía eléctrica. Charles Fritts inventor estadounidense inventó en 1883 la primera célula solar basado en selenio que tenía una eficiencia de 1 % (ver figura 2.5(b)) [16].

En el año 1954, se había logrado incrementar la eficiencia al 6 % en condiciones normales de operación, mientras en el laboratorio se lograron eficiencias cercanas al 15 %. [17].

Sin embargo, en la actualidad Spectrolab, una subsidiaria de la compañía Boeing, mayormente conocida por la fabricación de paneles solares para satélites y naves espaciales, en los últimos años ha centrado su atención en maximizar el rendimiento de los paneles solares utilizados en la superficie terrestre, ha logrado alcanzar un nuevo récord de eficiencia para paneles solares (sin concentrador) de nada menos que el 37,8 %. Esta nueva marca se ha podido lograr gracias a un nuevo tipo de celda solar de uniones múltiples [18].

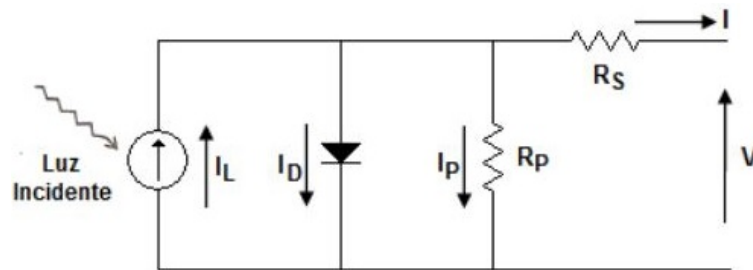


Figura 2.6: Circuito equivalente de la celda fotovoltaica [19], pág. 17.

El circuito eléctrico equivalente de una celda solar, se muestra en la figura 2.6, está conformado por una resistencia en paralelo  $R_P$ , una resistencia en serie  $R_S$  y un diodo. La resistencia  $R_P$  se debe a las imperfecciones de la unión p-n del material y ocasiona pérdidas de corriente. La resistencia  $R_S$  es una resistencia interna de la celda y se debe a la resistencia de los contactos así como la resistencia propia del material [19].

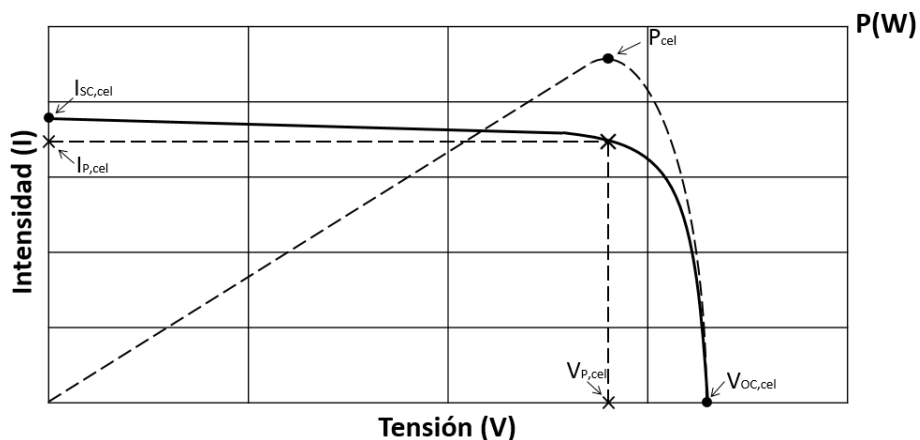


Figura 2.7: Curva característica de una celda solar.

La representación estándar de un dispositivo fotovoltaico, es la curva característica corriente-tensión (ver figura 2.7). La cual, representa las posibles combinaciones de corriente y voltaje para un dispositivo fotovoltaico, bajo unas condiciones ambientales determinadas (radiación solar incidente y temperatura ambiente). El punto en concreto de corriente y voltaje, en el que el dispositivo fotovoltaico trabajará, vendrá determinado por la carga a la que esté conectado. [20]

De acuerdo a lo estipulado por la autora [19], los principales parámetros eléctricos que definen el funcionamiento de la celda solar son:

- Corriente de corto circuito,  $I_{SC,cel}$ : Es la intensidad de la corriente eléctrica cuando no existe carga externa y el voltaje es cero en la celda, por lo tanto sus terminales están cortocircuitadas. Se considera la máxima corriente que se puede extraer de la celda.
- Voltaje en circuito abierto,  $V_{OC,cel}$ : Se considera el máximo voltaje que se puede obtener de la celda, cuando esta se encuentra en circuito abierto.
- Potencia máxima,  $P_{cel}$ : Es el punto de operación en el cual la potencia entregada a la carga es la máxima y está dada por  $I_{P,cel}$ ,  $V_{P,cel}$  mientras que en estado de circuito abierto o corto circuito la potencia es nula.

### Modulo fotovoltaico

Mediante la investigación [13], los módulos o paneles solares, son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

Existe en el mercado fotovoltaico, una gran variedad de fabricantes y modelos de módulos solares según el tipo de material empleado para su fabricación, entre ellos están:

- **Módulos de silicio monocristalino:** Son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración, aunque su precio es ligeramente mayor que los otros tipos.
- **Módulos de silicio policristalino:** Son ligeramente más baratos que los módulos de silicio monocristalino, aunque su eficiencia es menor.
- **Módulos de silicio amorfo:** Tienen menor eficiencia que los 2 anteriores, pero un precio mucho menor. Además son delgados y ligeros, hechos en forma flexible, por lo que se pueden instalar como parte integral de un techo o pared.

### 2.2.3. Sistema fotovoltaico

Los sistemas fotovoltaicos (FV) son usados para suministrar electricidad a cualquier aparato eléctrico en Corriente Directa (DC) tales como motores, lámparas, baterías para almacenar energía, y cualquier aparato electrodoméstico en corriente alterna (AC), sólo que en este caso es necesario usar un acondicionador de energía que transforme la DC en AC. Con este tipo de acondicionadores es posible que un sistema FV opere en paralelo e interactúe con la red de corriente alterna convencional. El acoplamiento entre el generador FV, el acondicionador y sistema de almacenamiento de energía, y las cargas a energizar se les conoce con el nombre de sistema fotovoltaico [21].

Es decir, un sistema fotovoltaico, es un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales [13] :

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica.
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada.
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada.

El tener sistemas fotovoltaicos trae consigo muchas ventajas, aplicaciones e inconvenientes como se menciona anteriormente, en el siguiente apartado se indicarán algunos puntos detallados.

- **Aplicaciones [22] :**
  - Electrificación de viviendas rurales.
  - Alumbrado público.
  - Alimentar bombas para el suministro de agua a poblaciones o para riegos.
  - Repetidores de señal, telefonía móvil y rural.
  - Todo tipo de señalización (marítima, ferroviaria, terrestre y aérea).
- **Ventajas [23] :**
  - **Medio ambiente**
    - Fuente inagotable de energía.
    - No genera emisiones de  $CO_2$ .
    - Escaso impacto ambiental.
    - No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.
  - **Socio-Económicas:**
    - No tiene más costos una vez instalados.
    - No hay dependencia de las compañías suministradoras.
    - Silenciosa.

- Tiene una vida útil superior o igual a 20 años.
  - Resistente a condiciones climáticas extremas: granizo, viento, etc.
  - No requiere mantenimiento complejo, solo limpieza del módulo solar.
  - Se puede aumentar la capacidad instalada y la autonomía de la instalación.
  - No consume combustible
- **Inconvenientes [23] :**
- **Económicas**
    - Elevado coste en la compra de paneles solares.
  - **Ubicacional**
    - Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones.
    - Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los modelos solares en el entorno.

Estos sistemas se pueden clasificar según su uso y se detallarán posteriormente:

- **Sistemas Fotovoltaicos**
- Aislados.
    - Con baterías.
    - Sin baterías.
  - Conectados a la Red.
  - Híbridos

### **Sombras y puntos calientes**

El efecto de sombras sobre los paneles solares afecta notoriamente su rendimiento, y por lo tanto, se debe procurar que al momento de diseñar una instalación fotovoltaica, los paneles solares se sitúen en lugares donde no sufran este tipo de interferencias. Este efecto es más notorio en instalaciones de paneles conectados en serie, ya que si un panel es sombreado no generará los mismos niveles de energía que los que se encuentran descubiertos, por lo cual consumirá energía, en vez de generar [17]

Hay ocasiones en las que la temperatura de una célula se eleva tanto que en ella se ocasiona lo que se conoce como *punto caliente*: ocurre, por ejemplo, cuando la célula no está iluminada y por ella circula corriente del panel y, si la temperatura aumenta lo suficiente como para estropear algún contacto eléctrico, la pérdida de rendimiento es mucho mayor, pudiendo llegar a dejar inservible todo el modulo. [10]

### **Estructura de soporte del sistema fotovoltaico**

Las estructuras soporte; de los paneles fotovoltaicos son un componente que debe ser elegido en base a criterios de seguridad y de cumplimiento con la normativa sobre este tipo de instalaciones. Uno de suma importancia es el parámetro de resistencia del soporte, ya que debe mantenerse lo mas estable [23].

Existen diversos tipos de estructuras de soporte para módulos fotovoltaicos [10] y generalmente se dividen en dos clases:

- **Estructuras móviles:** que permiten (mediante la instalación del adecuado sistema de seguimiento) que el módulo gire para optimizar su posición en relación con la posición del sol.
- **Estructuras fijas:** en las que el módulo permanece siempre en la misma posición.

### **Baterías**

Para poder almacenar y utilizar la energía eléctrica que se ha producido por los distintos sistemas generadores de electricidad, se utilizan por lo general, baterías de ciclo profundo, con la finalidad que su descarga sea lo más lento posible y posteriormente poderla transformar de corriente directa a corriente alterna a través de un inversor, para finalmente alimentar las cargas que se pretendan utilizar.

Con forme a la investigación [13], las baterías fotovoltaicas, son un componente muy importante de todo el sistema, pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación:

- Almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar y/o bajo consumo de energía eléctrica. Durante el día los módulos solares producen más energía de la que realmente se consume en ese momento. Esta energía que no se utiliza es almacenada en la batería.
- Proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar. Normalmente en aplicaciones de electrificación rural, la energía eléctrica se utiliza intensamente durante la noche para hacer funcionar tanto lámparas o bombillas así como un televisor o radio, precisamente cuando la radiación solar es nula. Estos aparatos pueden funcionar correctamente gracias a la energía eléctrica que la batería ha almacenado durante el día.
- Proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuado para la utilización de aparatos eléctricos. La batería provee energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y permite, además, operar aparatos eléctricos que requieran de una corriente mayor que la que pueden producir los paneles (aún en los momentos de mayor radiación solar). Por ejemplo, durante el encendido de un televisor o durante el arranque de una bomba o motor eléctrico.

Existen dos tipos de baterías dedicadas para el almacenamiento de energía, estas son [17] :

- **Baterías de Plomo-ácido:** Se aplican ampliamente en los sistemas de generación fotovoltaicos. Dentro de la categoría plomo - ácido, las de plomo - antimonio, plomo - selenio y plomo - calcio son las más comunes.

Su mantenimiento debe controlarse el nivel del líquido una vez al año. Además se debe evitar que los bornes de conexión se sulfaten. Hay que instalar la batería en lugares suficientemente sombreados y ventilados.

- **Níquel-Cadmio:** Son mejores que las primeras ya que Admiten descargas profundas de hasta el 90 % de la capacidad nominal, tienen un Bajo coeficiente de autodescarga, son de alto rendimiento ante variaciones extremas de temperatura, como de absorción de carga (mayor al 80 %), sin embargo son muy costosas, comparadas con las baterías ácidas.

Por otro lado, cuando el tiempo de vida de las baterías llega a su fin, su destino final es llegar a un depósito de reciclaje, pero en la mayoría de las ocasiones, estas se pueden encontrar en gran medida en basureros, provocando que sus agentes químicos contaminen desmesuradamente, provocando un punto negativo para su uso. A continuación se muestran en la figura 2.8), los dos tipos de baterías mencionadas.



(a) Batería recargable acido-plomo.



(b) Batería de ciclo profundo [10], pág. 56.

Figura 2.8: Tipo de Baterías.

### Conexión física de los paneles solares

Al tener varios paneles solares, se debe de plantear la siguiente pregunta, ¿Cuál es la capacidad de Voltaje-Corriente que se requiere utilizar para que entre en operación un inversor? y para ello, surgen tres formas de conectarlos, con el fin de que otorguen un Voltaje alto y una Corriente baja o viceversa, a continuación se detallan:

- **Conexión en paralelo:** Este arreglo suma las corrientes (*Amp.*) de los paneles existentes y mantiene constante el voltaje (*V*), hay que hacer mención, que

si se ocupa esta conexión, los voltajes de cada panel deben ser iguales (ver figura 2.9(a)), ya que de lo contrario, el panel con menor tensión empiezan a absorber corriente, en vez de producirla, provocando así que se convierta en una carga.

- **Conexión en serie:** Tiene la tarea de sumar el voltaje ( $V$ ) de los distintos paneles y mantener constante el amperaje ( $A$ ) (ver figura 2.9(b)), sin embargo, si el valor de la corriente es distinto, se toma como referencia el nivel más bajo.
- **Conexión en serie paralelo:** Es la interconexión entre los dos anteriormente mencionados y se visualiza en la figura 2.9(c).

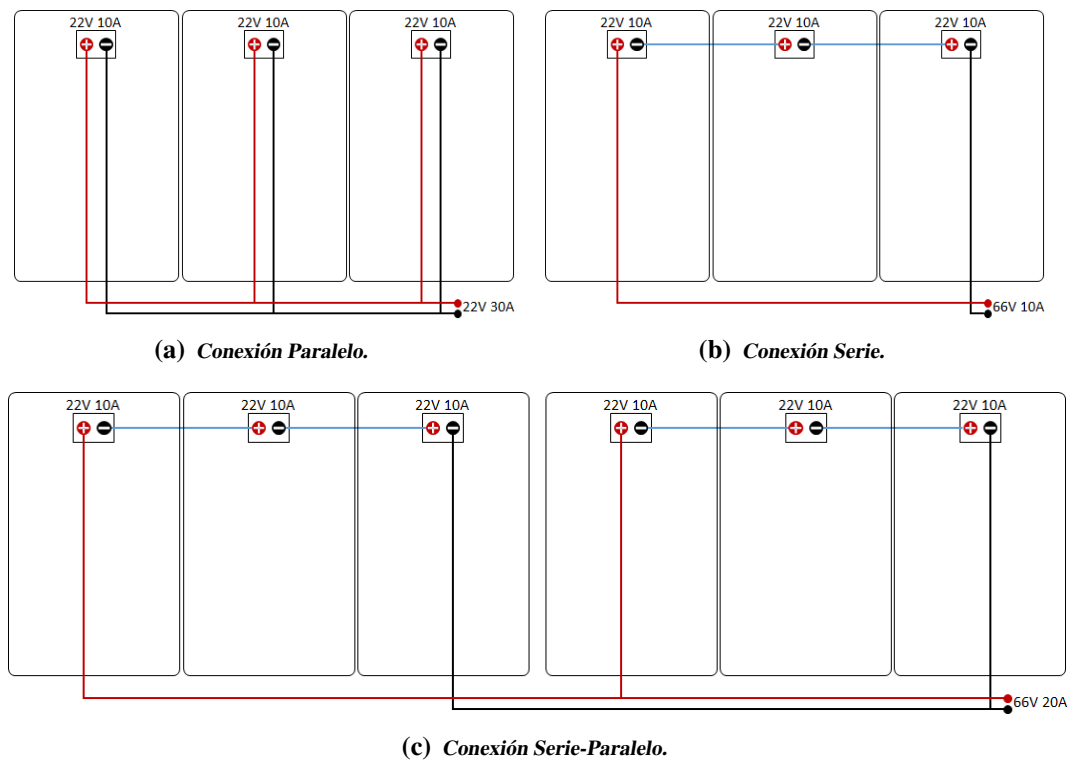


Figura 2.9: Tipos de Conexiones entre módulos.

## 2.2.4. Sistema fotovoltaico aislado

### Sistema fotovoltaico aislado con batería

Son los sistemas más extendidos y numerosos, ya que son una excelente opción cuando la red eléctrica no provee electricidad en diferentes zonas de la región (figura 2.10).

El nombre de “Sistema Fotovoltaico Aislado”, proviene de que los paneles solares y el inversor, trabajan desconectados de la red (trabajan en isla) y para acumular

la corriente se necesita un banco de baterías y ocupar esta corriente cuando la radiación solar sea escasa o nula. De acuerdo a Tellez [10] existen aplicaciones diversas para esta clase de sistemas:

- El consumo eléctrico de viviendas o edificios, especialmente en zonas rurales.
- El alumbrado público.
- El consumo de instalaciones agropecuarias alejadas de la red de distribución eléctrica.
- La electrificación en zonas del tercer mundo, en las que la red eléctrica se encuentra poco desarrollada.
- El bombeo y tratamiento de aguas.
- La señalización en calles y carreteras, o las aplicaciones de medición, cámara de vídeo, etc.

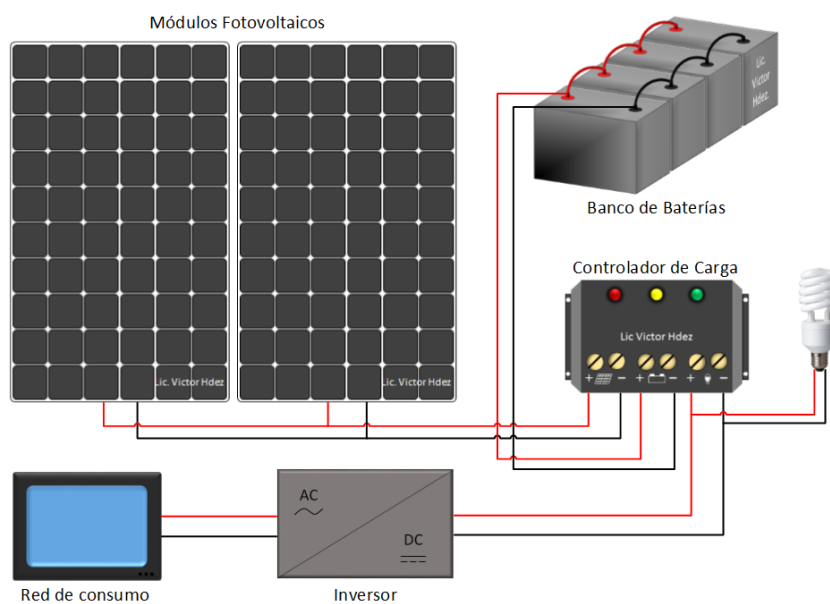


Figura 2.10: Diagrama de flujo de un sistema fotovoltaico aislado con baterías

### Sistema fotovoltaico aislado sin batería

Estos sistemas no son tan factibles, ya que se está a expensas de los cambios climáticos, provocando un funcionamiento intermitente, una aplicación donde se puede ocupar este sistema, son en los sistemas de bombeo de agua.

### 2.2.5. Sistema fotovoltaico híbrido

Son aquellos que disponen de alguna otra fuente generadora de energía (aparte de los paneles solares), el más utilizado es el sistema eólico, esta incorporación, es con el fin de tener mayor suministro de energía, así como compensar la improductividad de alguno de estos dependiendo de las condiciones climatológicas, un sistema que cuenta con dos sistemas de energía limpia se muestra en la figura 2.11.

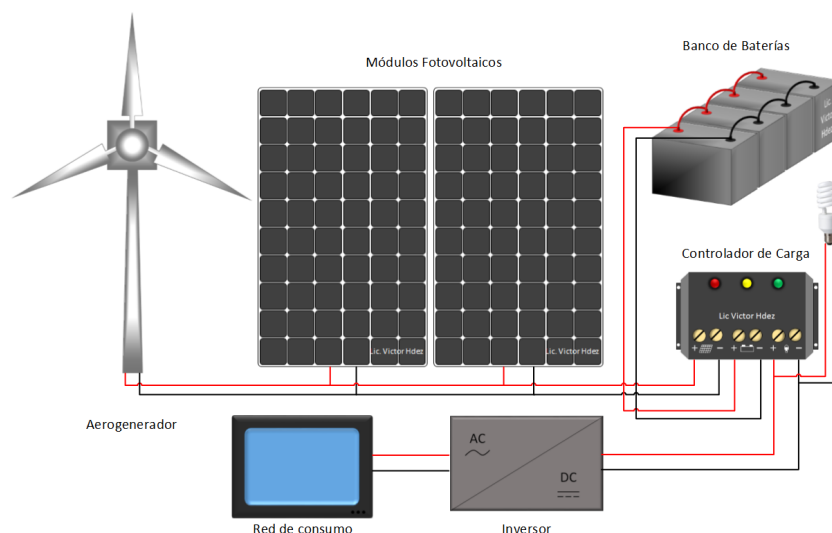


Figura 2.11: Sistema fotovoltaico Híbrido

#### Componentes de un sistema fotovoltaico

Los componentes esenciales para la creación de un sistema solar son los que se mencionan a continuación y que se pudieron visualizar en figuras anteriores.

- **Paneles Fotovoltaicos:** Generan electricidad a partir de la energía del Sol en corriente continua (CC) [14].
- **Baterías o acumuladores:** Son componentes que almacenan y proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuado para la utilización de aparatos eléctricos. Las baterías para sistemas fotovoltaicos generalmente son de ciclo profundo, lo cual significa que pueden descargar una cantidad significativa de la energía cargada antes de que requieran recargarse [13].
- **Regulador de carga:** Es un dispositivo electrónico que cumple dos funciones esenciales en una instalación aislada: Proteger la batería y tratar de obtener en cada momento la máxima potencia de los módulos fotovoltaicos [10].
- **Inversor:** Transforman la corriente continua (CC) en alterna (CA), que es la que se utiliza de forma habitual en nuestros hogares. Si los consumos fuesen en CC, se podría prescindir del inversor. En algunos países en vías de desarrollo las instalaciones en CC tienen una gran importancia, llegando a miles de sistemas instalados [14].

- **Elementos de protección:** Son todos aquellos interruptores situados en distintos sitios del sistema como son: *Fusibles, contactores, diodos de bloqueo, etc.*

### 2.2.6. Sistema fotovoltaico conectado a la red

Se instalan en zonas que disponen de red eléctrica y su función es producir electricidad para venderla a la compañía eléctrica [14], en el caso de México será a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

También implica que el banco de baterías ya no es necesario, ya que se necesita de un equipo especial para adaptar la energía producida por los paneles a la energía de la red. Este tipo de sistemas provee energía eléctrica a núcleos urbanos que ya cuentan con una red de distribución de energía. Las aplicaciones inmediatas son la venta de energía eléctrica o la reducción de la facturación mensual. Esta es una posibilidad muy interesante para inversiones privadas en el sector de energía limpia [13].

Las instalaciones conectadas a la red eléctrica se suelen dividir atendiendo a dos criterios diferentes: por un lado, se distingue entre instalaciones monofásicas, bifásicas y trifásicas; por otro, se distingue entre instalaciones en baja tensión en media o alta tensión [10].

Este sistema al igual que el aislado, trae consigo ventajas y desventajas, algunas de ellas son las siguientes [13] :

- **Ventajas**
  - El área de América Central dispone de abundante radiación solar.
  - La tecnología fotovoltaica permite soluciones modulares y autónomas.
  - La operación de los sistemas fotovoltaicos es amigable con el medio ambiente.
  - Los sistemas tienen una vida útil larga (más de 20 años).
  - El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo y tiene costos muy bajos.
  - Los sistemas fotovoltaicos han experimentado una reducción de precios que los hace más accesibles para las poblaciones rurales y se espera que sigan bajando.
  - La tecnología de equipos y sistemas fotovoltaicos ha alcanzado un grado de madurez que posibilita su utilización para resolver confiablemente los problemas energéticos del ser humano.
  - En los siete países de América Central ya existen distribuidores de equipos fotovoltaicos que ofrecen sus productos y la instalación de los mismos.
  - La instalación de los sistemas fotovoltaicos individuales es simple, rápida y sólo requiere de herramientas y equipos de medición básicos.

- Un punto relevante para las empresas es que si se adquiere un sistema FV que genere electricidad será 100 % deducible de impuestos, esto esta estipulado en el art. 34 XIII, y acuerda lo siguiente “100 % para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente” [24]

#### ■ Desventajas

- La inversión inicial es alta con respecto de la capacidad de pago de la gran mayoría de las familias rurales.
- La disponibilidad de energía es variable y depende de las condiciones atmosféricas.

### Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red

Al igual que el sistema aislado, este necesita componentes para la producción y uso de la electricidad, a continuación se indicará como debe ir instalado y sus componentes.

El proceso de producción en una instalación conectada a red comprende varias fases: en primer lugar, el “*generador fotovoltaico*”, produce la electricidad, que se conduce en corriente continua hasta la “*caja de conexión*”, desde donde el cableado, adecuadamente dimensionado, la conduce hasta el “*inversor*”, donde la transformará en corriente alterna, para así conducirla hasta la “*estación de transformación*”, donde se incrementa su tensión para adecuarla a la línea a la que se venderá la energía [10]. Un ejemplo de esta instalación se puede apreciar en la figura 2.12

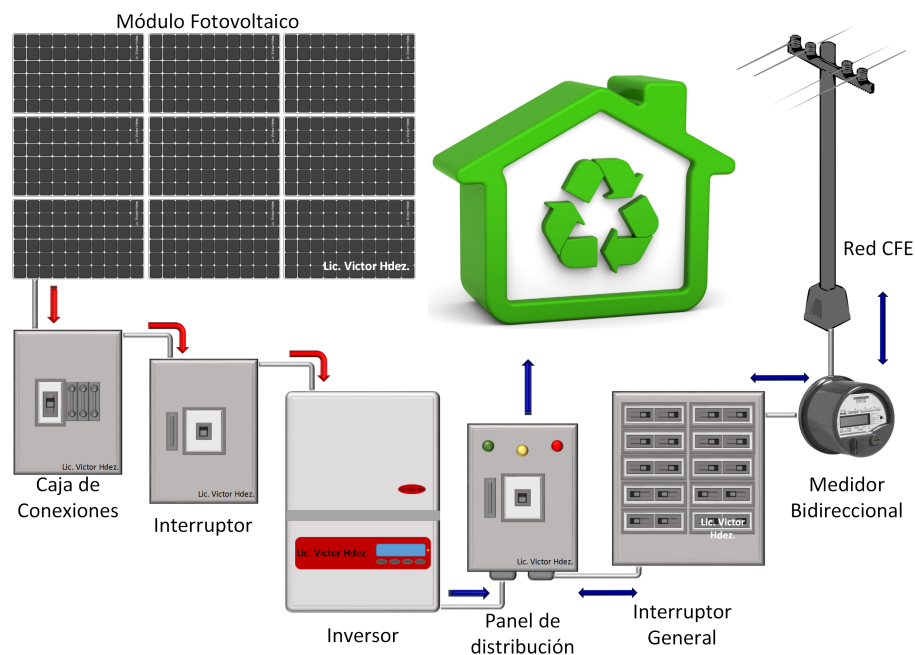


Figura 2.12: Sistema fotovoltaico conectado a la red

### 2.2.7. Proyectos de sistemas fotovoltaicos en México

Por el potencial mencionado con anterioridad y el aprovechamiento de la zona geográfica de México, se realizaron proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica, con ayuda de la Secretaría de Economía de México [6], entre los más destacados están los siguientes.

- **La Lupita** [25], la empresa Conermex inauguró la planta de energía fotovoltaica más grande del sureste mexicano (ver figura 2.13), la cual tendrá una capacidad de producción de 1412 kilowatts-hora y suministrará de electricidad a la fábrica de botanas “La Lupita”, cuya inversión fue de alrededor de 13 millones de pesos y se dejarán de emitir siete mil toneladas de dióxido de carbono y tendrá una vida útil de 30 años.



Figura 2.13: Botanas la Lupita [42]

Consta de 1208 paneles solares, con una capacidad de 324 kilowatts, equivalente al requerimiento de 400 viviendas de interés social, además de tener costos de operación mínimos.

- **El Parque fotovoltaico de Nuevo León** [26], dicho parque proyectará a Nuevo León como líder de energía solar, con una inversión de 60 millones de dólares, una compañía europea inició la construcción del primer parque fotovoltaico en Nuevo León (ver figura 2.14), con el cual se proyecta que el estado se convertirá en líder nacional de energía solar.



Figura 2.14: Parque Fotovoltaico NL [44]

La titular de la Secretaría de Desarrollo Económico (Sedec), Celina Edith Villarreal Cárdenas, mencionó que este parque, ubicado en el municipio de Galeana, al sur del estado, generará en breve energía verde para las escuelas y los municipios de la zona, generará 200 empleos directos, producirá 30 megawatts de energía mediante 100 mil paneles solares y se convertirá en el más grande del país.

La edificación de dicho complejo será desarrollado por la firma francesa "Neoen", generadora de energía renovable, se ubicará en un terreno de 92 hectáreas, en la comunidad a unos 250 km. al sur de Nuevo León.

- **Aura Solar I** [27], se aprovecharon 100 hectáreas de terreno degradado en los alrededores de la capital de Baja California Sur (ver figura 2.15), para instalar cerca de 132,000 paneles solares que producen energía eléctrica suficiente para abastecer a 60% de los habitantes de La Paz.



Figura 2.15: Aura Solar I [43]

En la actualidad es el mas grande de nuestro país y se contabiliza entre los mayores de América Latina. Tiene una capacidad para producir 82GW al año, de los cuales suministrara a la red eléctrica local 39MW y lo mas importe: se dejarán de emitir 60,000 toneladas de dióxido de carbono  $CO_2$  al ambiente, debido a que esta planta permite reducir la dependencia de los combustibles fósiles en la zona.

## 2.3. La energía eólica

El Sol calienta de forma desigual las diferentes zonas del planeta, provocando el movimiento del aire que rodea la Tierra y dando lugar al viento. El viento es, por tanto, energía cinética, gracias al cual los barcos de vela han podido navegar durante siglos y se ha podido transformar el movimiento de las aspas de un molino en energía útil, ya sea para bombear agua, moler cereales o para producir electricidad [14].

Aunque sólo una pequeña parte de la energía solar que llega a la tierra se convierte en energía eólica, la cantidad total es enorme [8].

La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático. Es una de las fuentes más baratas, puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón (considerado tradicionalmente como el combustible más barato), las centrales de combustible fósil e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costes de reparar los daños medioambientales [23].

Sin embargo el aire al ser un fluido de pequeño peso específico, implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras, también producen un alto nivel de ruido por el giro del rotor [23] y un punto crucial, es que no existe una velocidad constante del viento.

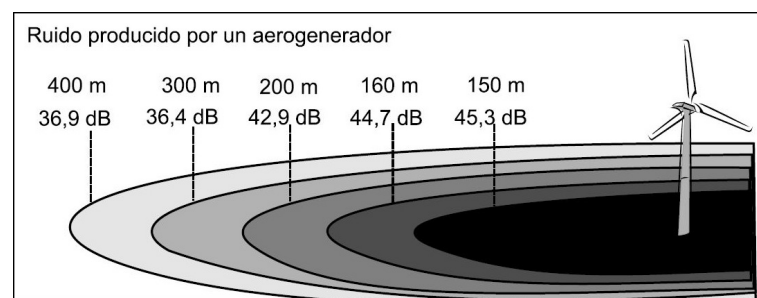
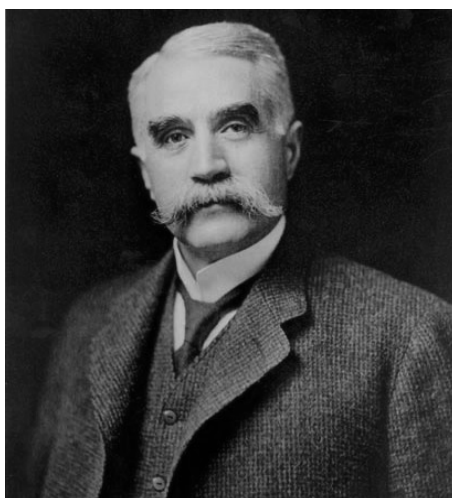
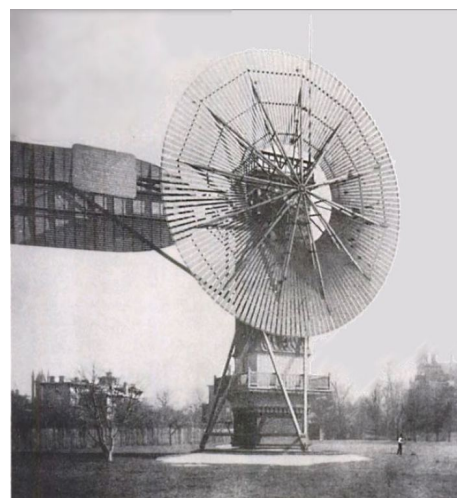


Figura 2.16: Ruido Eólico [31], Pág. 409.

El origen del ruido en los aerogeneradores se debe a factores mecánicos y aerodinámicos. La influencia de dicho impacto depende de la distancia. En las poblaciones cercanas a dichas instalaciones es más importante el ruido producido por el propio viento [31] (ver figura 2.16).



(a) Charles F. Brush.



(b) La turbina eólica gigante de Brush.

Figura 2.17: Pionero de la turbina eólica gigante de Ohio [28].

Charles F. Brush (1849-1929) es uno de los fundadores de la industria eléctrica americana (ver figura 2.17(a)). Durante el invierno de 1887-88 Brush construyó la

que hoy se cree es la primera turbina eólica de funcionamiento automático para generación de electricidad [28] y se puede observar mediante la figura 2.17(b).

La turbina era un gigante, la más grande del mundo con un diámetro de rotor de 17 mts. y 144 palas fabricadas en madera de cedro. La turbina funcionó durante 20 años y cargó las baterías en el sótano de su mansión. A pesar del tamaño de la turbina, el generador era solamente un modelo de 12 kW. Esto se debe al hecho de que las turbinas eólicas de giro lento del tipo americano de rosa de vientos no tienen una eficiencia media particularmente alta [28].

Fue el danés Poul la Cour quien más tarde descubrió que las turbinas eólicas de giro rápido con pocas palas de rotor son más eficientes para la producción de electricidad que aquellas de giro lento [28].

Las primeras máquinas equipadas con generadores eléctricos, hacen su aparición hacia 1900. Durante la primera mitad del siglo, a pesar de que no hubo una activa utilización de la energía eólica, se produjeron gran variedad de diseños cuyos principios fundamentales son válidos hasta el presente. Desde la década de los 30's hasta comienzos de los 50's, se popularizaron máquinas de pequeño aporte (hasta unos 3 kW) en el medio rural, donde todavía no existía un sistema de electrificación por redes que cubriera amplias zonas [29].

Actualmente, la forma de adquirir esta energía es a través de un dispositivo llamado "Aerogenerador".

El aerogenerador cuenta con un sistema mecánico de rotación que está conformado por el rotor, la góndola, la caja de engranajes, el generador, la torre y el sistema de control (figura 2.18). Estos dispositivos con el paso del tiempo fueron mejorando, las principales ventajas que ofrece la generación eoloelectrónica moderna mencionadas son [21] :

#### ■ Ventajas

- Está libre de los costos de combustible, dado que emplea un recurso natural inagotable.
- Genera energía limpia con bajo impacto ambiental, particularmente porque no presentan emisiones de dióxido de carbono durante su operación (aunque sí en ciertos segmentos de su ciclo de vida).
- Proporciona cierto resguardo contra volatilidad del precio de los combustibles fósiles.
- Mejora la independencia energética y tecnológica, ya que evita la importación de combustibles.
- Es modular y rápida de instalar, y cuenta con una vida útil de 25 años.
- Es compatible su implantación con otras fuentes convencionales y alternas, para la instalación de sistemas híbridos.

### 2.3.1. Aerogeneradores

En términos generales, se denomina *máquina eólica* a cualquier dispositivo accionado por el viento; [10]. Estos equipos están especialmente diseñados para producir electricidad.

En la actualidad se fabrican maquinas comerciales de muy variados tamaños, desde muy bajas potencias (100 a 150 W) hasta 700 y 800 kW y ya están superando la etapa experimental modelos de hasta 1,500 kW de potencia. A diferencia de los molinos, estos equipos se caracterizan por tener pocas palas porque de esta manera alcanzan a desarrollar una mayor ciencia de transformación de la energía primaria contenida en el viento. Si bien existen algunos de una sola pala, los de dos o tres son lo más utilizados [29].

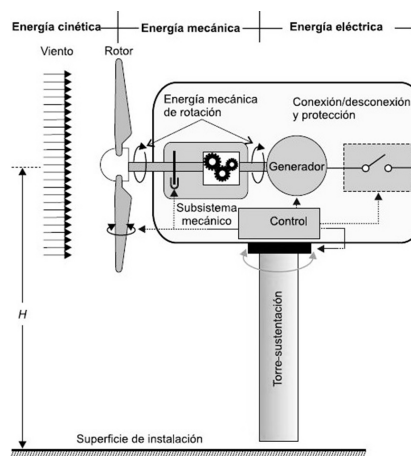


Figura 2.18: Componentes de un aerogenerador [31], Pág 359.

Estos sistemas se dividen en varios campos, y va dependiendo de la potencia nominal, posición respecto al aerogenerador y al viento, como al número de palas, la investigación de Luis Romero Lozano [30], da a conocer y a mencionar los siguientes puntos.

- **Por la potencia eléctrica que puede generar:**
  - Pequeños aerogeneradores.
  - Aerogeneradores de tamaño medio.
  - Maquinas multimegavatio.
- **Por la posición del aerogenerador:**
  - Eje vertical.
  - Eje horizontal.
- **Por la posición del viento:**
  - Barlovento.

- Eje Sotavento.
- **Por el número de palas:**
  - Monopala.
  - Bipala.
  - Tripala.
  - Multipala.

### **Pequeños aerogeneradores**

Son considerados en este grupo los aerogeneradores cuya potencia está por debajo de los 30 kW, generalmente se emplean en pequeñas instalaciones aisladas y en cogeneración.

### **Aerogeneradores de tamaño medio**

Es el sector más desarrollado y extendido, en donde se engloban la mayor parte de las instalaciones conectadas a red en la que podemos llamar etapa de primera generación.

### **Maquinas multimegavatio**

Son máquinas con una potencia por encima del megavatio, representan el desarrollo de la tecnología actual, sobre todo por la tendencia a proyectar parques eólicos en tierra (*onshore*) o en el mar (*offshore*), con grandes potencias, que supone menor ocupación de terrenos, menos instalaciones para evacuación de la energía optimizando los sistemas de operación y regulación de la red eléctrica.

### **Eje vertical**

El eje de rotación se encuentra en posición perpendicular al suelo; se les denomina también “VAWT” (Figura 2.19(a)), que corresponde a las siglas de la denominación inglesa “*Vertical Axis Wind Turbines*” [30],[29].

Estos aerogeneradores tienen la ventaja de no necesitar orientarse respecto a la dirección de donde sopla el viento, porque cualquiera sea ella, acciona en la misma forma sobre su rotor. También ofrecen una robustez y resistencia destacable para ser utilizados en zonas de vientos arranchados y de direcciones cambiarias. Como principal elemento desfavorable se puede mencionar que la eficiencia de conversión energética es algo menor que la de los del otro tipo [29], así como la necesidad de motorizar el aerogenerador para su arranque [31].

### Eje horizontal

El eje sobre el que van las palas se encuentra en posición paralela al suelo. Se los denomina también “HAWT” (figura 2.19(b)), que corresponde a las siglas de la denominación inglesa “Horizontal Axis Wind Turbines”. Son los más habituales y en ellos se ha centrado el mayor esfuerzo de diseño en los últimos años [30], [31].

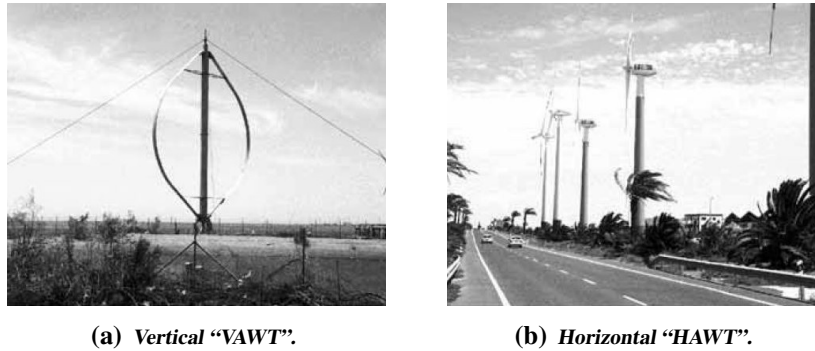


Figura 2.19: Ejes Vertical y Horizontal [31], Pág. 360

Para obtener una mayor eficiencia, su plan de rotación debe conservarse perpendicular a la dirección del viento para poder captar la máxima energía. En consecuencia, para adecuarse a las variaciones de dirección, se debe instalar un mecanismo que oriente la posición del rotor. En equipos pequeños y medianos (hasta unos 10 ó 15 kW), el sistema de orientación es sencillo y mecánico, representado por un timón de cola que reacciona en forma automática [29].

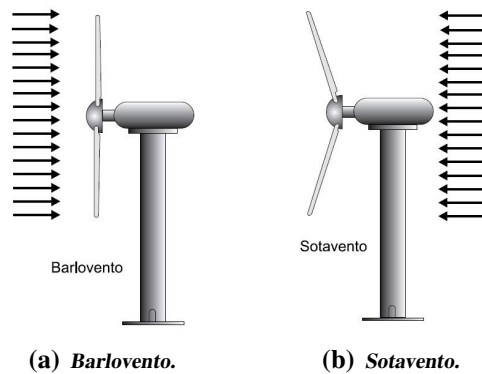


Figura 2.20: Rotores Barlovento y Sotavento [31], pág 362.

### Barlovento

Son máquinas que tienen el rotor de cara al viento. El conjunto formado por la góndola y la turbina están detrás de las palas, siendo esta opción la más generalizada por cumplirse las mejores condiciones estructurales [30].

## Sotavento

Son máquinas que tienen el rotor de cara opuesto al viento, no necesitan un mecanismo de orientación, sin embargo, su comportamiento se ve afectado por las turbulencias que crea la torre [30].

Se consiguen ventajas desde el punto de vista de la orientación, sin embargo, se presenta un problema adicional conocido como efecto sombra, producido por la torre de sustentación, el cual origina oscilaciones en las palas, además de ciertos fenómenos acústicos de baja frecuencia [31].

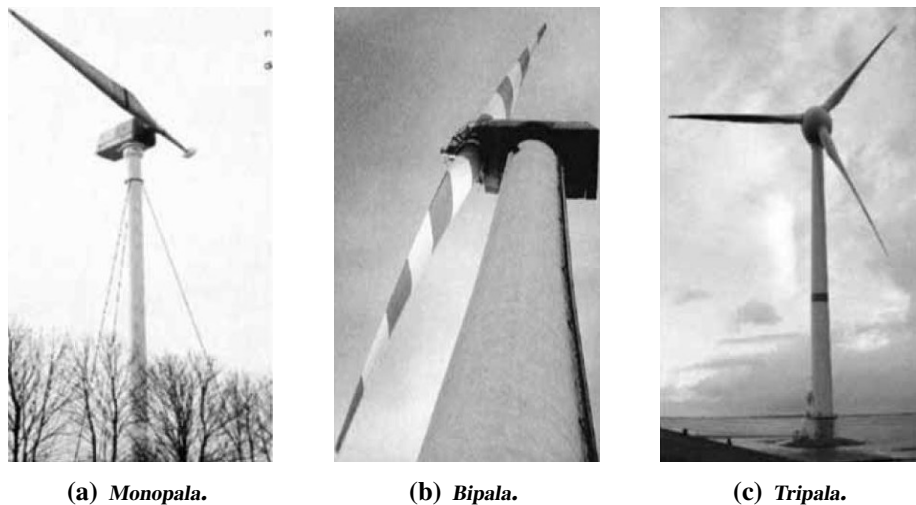


Figura 2.21: Aerogeneradores por el número de palas [31], pág 362.

## Monopala

La opción monopala es la menos ocupada y actualmente estos aerogeneradores son implementados al rededor de un 6% [31] representa ventajas económicas y permite velocidades de rotación mayores, Sin embargo, produce mucho ruido y precisan un contrapeso en el lado diametralmente opuesto para evitar asimetría de cargas [30] (ver figura 2.21(a)).

## Bipala

Los rotores bipala (figura 2.21(b)) son utilizado a una proporción del 26%, [31] están ampliamente implantados en Estados Unidos, presenta ventajas en cuanto a costes y peso respecto a los tripala, pero tienen un mayor impacto visual sobre el paisaje, y aparecen mayores cargas asimétricas [30].

### **Tripala**

La solución tripala es la más desarrollada a nivel mundial es utilizada a un porcentaje del 68% [31]. Presenta considerables ventajas frente al resto de opciones, tiene muy pocas oscilaciones durante cada vuelta, existe un mejor equilibrio de fuerzas giroscópicas, los problemas de vibraciones se reducen, mayor suavidad de funcionamiento y menor impacto visual. Sin embargo, suelen ser más pesados, complejos y difíciles de instalar [30] y se muestra en la figura 2.21(c).

### **Multipala**

Los aerogeneradores con cuatro o más palas son más pesados y más caros debido al mayor número de palas, pero tienen ventajas en cuanto a la emisión de ruido y a su diseño, relativamente sencillo [30].

### **Partes de un Aerogenerador**

A partir de la segunda mitad del siglo XX las máquinas eólicas no han experimentado evoluciones radicales en su diseño; todas ellas están integradas por un conjunto de subsistemas cuyo objetivo es captar la energía cinética del viento y transformarla en energía eléctrica (fundamentalmente) de la forma más óptima posible [31]. Estas máquinas están conformadas por los siguientes componentes [14]:

- **El rotor:** El rotor es el conjunto formado principalmente por las palas y el buje (elemento de la estructura al que se fijan las palas). En el rotor se transforma la energía cinética del viento en energía mecánica. El diseño de palas se parece mucho al de las alas de un avión y suelen estar fabricadas con plásticos (poliéster o epoxy), reforzados internamente con fibra de vidrio o de carbono.
- **Góndola:** En su interior se encuentran los elementos que transforman la energía mecánica en energía eléctrica: los ejes del aerogenerador, el multiplicador, el generador y los sistemas de control, orientación y freno. En su exterior se ubican el anemómetro y la veleta. La góndola suele estar ubicada en la parte superior de la torre de la máquina.
- **La caja de engranajes:** Elemento mecánico formado por un sistema de engranajes cuyo objetivo es transformar la velocidad del giro del rotor (velocidad del eje principal) a la velocidad de trabajo del generador eléctrico. El multiplicador funciona de forma parecida a la caja de cambios de un coche, multiplicando entre 20 y 60 veces la velocidad del eje del rotor y alcanzando una velocidad de 1500 revoluciones/ minuto en el eje del generador, lo que hace posible el funcionamiento del generador eléctrico, permitiendo así convertir la energía mecánica del giro del eje en energía eléctrica.

- **El generador:** Máquina eléctrica encargada de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. El eje del generador lleva acoplado un sistema de freno de disco (similar al de los coches). Además, para frenar un aerogenerador, se pueden girar las palas colocando su superficie en la dirección del viento (posición de bandera).
- **La torre:** La torre se utiliza fundamentalmente para aumentar la altura del elemento que capta la energía del viento (rotor), ya que el viento sopla a mayor velocidad según aumenta la altura.
- **El sistema de control:** Busca la máxima optimización posible para su máximo funcionamiento y eficacia del equipo, este controla la orientación de la góndola, la posición de las palas y la potencia total.

### 2.3.2. Sistemas eólicos

La capacidad instalada de energía eólica en operación alcanzó los 1,638 MW en 2013, de los cuales sólo el 5.3 % es operado por la CFE, mientras que el resto por particulares bajo esquemas de autoabastecimiento, pequeña producción y producción independiente. México cuenta con 40,268 MW de potencial de energía eólica, del cual, actualmente sólo se aprovecha el 4.1 % de dicha capacidad [6].

Por dicho potencial eólico que tiene México, se crearon proyectos en puntos estratégicos como son Istmo de Tehuantepec, Baja California, Costa del Golfo de México, Costa de la Península de Yucatán y el Norte y Centro de México, esta información se puede apreciar mediante la figura 2.22. Donde Oaxaca y Veracruz son los estados con mayor número de proyectos eólicos.

Gracias a la gran investigación de Lozano Cardona [6] se pueden mencionar cinco proyectos en México que tienen mayor relevancia, estos son:

**El Istmo de Tehuantepec** (Oaxaca) es donde se encuentran ubicados la mayoría de los parques eólicos del país, cuenta con 1,525 MW en operación. Además, el estado cuenta con 9 proyectos en construcción que suman un total de 1,183 MW.

**La Rumorosa** (Baja California) tiene un potencial eólico de más de 5,000 MW. Actualmente, existen cuatro proyectos en operación y construcción que suman una capacidad de 539 MW.

**La costa del Golfo de México** actualmente cuenta con proyectos en operación y en construcción por un total de 1,079 MW en los estados de Tamaulipas y Veracruz.

**En la región norte y centro**, Nuevo León cuenta con 324 MW que se tiene previsto entren en operación a más tardar en 2015. San Luis Potosí tiene una cen-

tral eólica y Coahuila dos proyectos en construcción con una capacidad de 501 MW.

**La Península de Yucatán**, cuenta con excelentes corrientes de viento en la costa de Quintana Roo y en la isla de Cozumel.

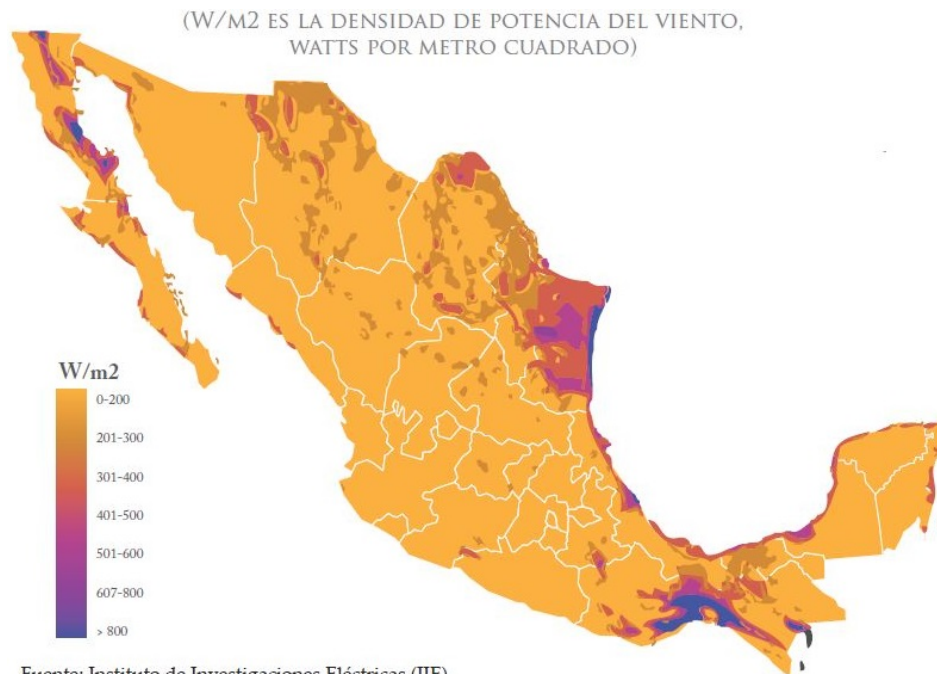


Figura 2.22: Zonas potenciales para el desarrollo de proyectos de energía eólica [6], pág. 19.

Martinez [21] indica que para alcanzar metas más ambiciosas en la participación de la energía eólica en el país se hacen necesarias las siguientes acciones:

- Fomentar la capacidad industrial potencial, a fin de fabricar aerogeneradores, sus subsistemas y varios de sus componentes en el país, con la consecuente creación de empleos.
- Estructurar una base de datos del recurso eólico de alta confiabilidad (variables atmosféricas de micro y macro escala), con objetivo de planificar, modelar y hacer la estimación técnico-económica con bases realistas, así como para dar seguridad y atraer las inversiones necesarias.
- Aprovechar el interés de inversionistas e industriales en conformar una industria eoloeléctrica propia, lo que además se conjuga con la tendencia a la escasez de aerogeneradores en el ámbito internacional, en los próximos 10-15 años.
- Iniciar con las aplicaciones más sencillas y lucrativas para los inversionistas públicos y privados, avanzando de los sitios con condiciones de viento más favorables a las de mayor complejidad, como una acción estratégica que evite la dependencia tecnológica en este campo a mediano y largo plazos.

- Beneficiarse de la experiencia internacional, mediante convenios que establezcan como requisito la transferencia de tecnología.

Estos sistemas también pueden conectarse en forma aislada, autoconsumo e interconectados a la red, todo depende de las aportaciones y demanda de cada uno. Se basara la siguiente información a través de la autora Julieta C. Schallenberg Rodríguez [14], para mencionar los siguiente tres puntos.

### **Sistemas eólicos interconectados**

El propietario del parque es un productor más de electricidad, estando la compañía eléctrica obligada por ley a facilitar la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica y está a su vez, comprar toda su producción de electricidad, en base a un sistema de precios establecidos a nivel nacional que priman la energía eólica.

### **Parques eólicos con consumos asociados (autoconsumo)**

La electricidad producida por los aerogeneradores se utiliza para el consumo propio y el excedente de electricidad, si lo hubiera, se inyecta en la red eléctrica.

### **Parques eólicos aislados**

Son aquellos que no tienen conexión alguna con la red eléctrica y cuya finalidad es abastecer energéticamente un consumo puntual.

## Capítulo 3

# Descripción de la plataforma de monitorización

En el presente capítulo, se hace una descripción detallada del desarrollo del sistema de monitorización, tanto del sistema fotovoltaico tipo isla y eólico, así como el sistema fotovoltaico interconectado a red.

Los aspectos que se abordarán a lo largo de este capítulo son los siguientes:

1. Se definen los sistemas que se van a monitorear, como se realizará la descarga de información y que equipo, tarjeta o hardware, se utilizará para dicho monitoreo.
2. Se desarrolla una interfaz de usuario, en la cual, se alojarán los distintos valores de Voltaje AC, Voltaje DC y Potencia, del sistema fotovoltaico interconectado a la red, como también los valores de Voltaje DC, Corriente DC y Potencia DC del sistema híbrido aislado (consta de dos paneles fotovoltaicos y un aerogenerador), al igual que el voltaje del banco de baterías. Todos estos elementos mencionados, se encuentran ubicados actualmente en el segundo piso del edificio 109 F, de la Facultad de Ciencias de la Electrónica. La adquisición de datos del sistema fotovoltaico interconectado a la red, será a través de un dispositivo (Datalogger Web) que la empresa Fronius otorga, al igual que su inversor y software, mientras que los datos que se desean obtener, provenientes del sistema híbrido aislado, será por medio de una tarjeta de adquisición de datos, la cual, llevará el nombre de “Supervisor of photovoltaic and wind system”.
3. Se fabrica una tarjeta de adquisición de datos, que obtendrá valores de los diferentes sistemas (Eólico 400  $Wp$  y Fotovoltaico 200  $Wp$ ); la información adquirida será procesada por un microcontrolador y está será transmitida inalámbricamente a una base de datos que estará alojada en un computador, todos los procesos de adquisición, almacenamiento, creación de gráficos, comunicación bluetooth, entre otros, serán reflejados en dicho CPU, mientras

que las gráficas y datos en tiempo real, del sistema híbrido aislado, se visualizaran en una pantalla central.

Para adquirir dichos parámetros, se necesitará de la utilización de transductores de corriente y de voltaje, mientras que la potencia, se logrará a partir de la multiplicación, de Voltaje por Corriente, acompañadas de una fecha y hora en la que se adquiere dicha información

4. Se usa la “*programación orientada a objetos*”, con el fin de manipular y adquirir los datos que el “*Datalogger Web de Fronius*” (ver figura 3.1), obtiene del “*Inversor IG Plus de Fronius*”, para posteriormente descargar la información; Se necesita del programa “*Fronius Solar.access*”, el cual, se enlaza con el Datalogger Web, y mediante varias secuencias de simulación de clics como tecleo, se logra la descarga de información, provocando así, que este programa; sea manipulado automáticamente, mediante eventos programados del *mouse* y del *keyboard*, logrando así, que no sea necesario algún personal encargado de manipular el anterior programa mencionado.



Figura 3.1: Datalogger Web [45].

El Datalogger Web se encarga de coordinar el tráfico de datos y garantiza también que se distribuyan de forma rápida y segura grandes volúmenes de datos [32] como son:

- **Voltaje en DC:** Es el voltaje de corriente directa, que generan doce paneles solares conectados en serie.
- **Voltaje en AC:** Es el voltaje que generan doce paneles solares conectados en serie y que pasa por un inversor, para ofrecer un voltaje de 220 v de corriente alterna y que se acoplan a la red de CFE con una frecuencia de 60 Hz.
- **Potencia:** Es el resultado de la multiplicación de tres variables, Voltaje (VAC), Corriente (IAC) y  $\text{Cos } \varphi$ .

El Datalogger guarda en determinados intervalos los datos actuales de todos los inversores y de las Sensor Cards / Boxes integrados en el sistema. El intervalo de memorización puede ser seleccionado mediante el software de PC “Fronius Solar.access” dentro de un margen de 5 a 30 minutos [32].

5. Se implementa una página web, para la publicación mediante gráficas de voltaje, corriente y potencia haciendo así que el computador que forma parte de “*La estación de monitoreo central*” también se convierta en un “*Servidor*” de la Facultad de Ciencias de la Electrónica.  
Evitando así, estar a disposición de los servidores de Fronius, como también, para evitar que en un futuro la empresa cobre por sus servicios que actualmente son “*Gratis*”.
6. Se desarrolla una propuesta, para compensar las líneas (monofásicas, bifásicas y trifásicas) que están sobrecargadas en el edificio 109F de la facultad de electrónica.

### 3.1. Sistemas monitorizados

Antes de mencionar el modo de trabajo y las funciones con las que cuenta la interfaz, se mencionarán los siguientes sistemas monitorizados.

- Sistema fotovoltaico interconectado a la Red.
- Sistema híbrido aislado.

#### 3.1.1. Sistema fotovoltaico interconectado a la red

En esta sección se detallará como es la conexión física y las especificaciones técnicas del sistema fotovoltaico interconectado a la red, al igual que la manera de adquirir los datos del dispositivo “Datalogger Web”, ya sea mediante la página oficial de Fronius o a través del programa que proporciona la empresa para la extracción de dicha información, este programa se llama Fronius Solar.access, el cual, será base primordial para abordar esta tesis.

#### Conexión del sistema, proporcionado por la empresa Fronius

Los módulos fotovoltaicos, al estar expuestos a la radiación solar, convierten está en corriente directa (*DC*), es decir corriente y voltaje en *DC*, posteriormente esta energía pasa a través de un inversor de la marca y modelo “*FRONIUS IG PLUS 3.0-1*” (figura 3.2), que convertirá la *DC* en corriente alterna (*AC*). Esta corriente se interconecta a la red eléctrica que alimenta al edificio el edificio 109F de la FCE.

El exceso de energía se distribuirá a la red de Comisión Federal de Electricidad (CFE) y a través de un medidor bidireccional, indicará cuanta energía se ha cargado a la red, así como cuanta energía el usuario demanda, esta instalación se puede ver a detalle en la figura 2.12.



Figura 3.2: Inversor Fronius IG Plus 3.0-1 [45].

La razón de convertir la corriente directa en corriente alterna, es para evitar el uso de cableado de alto calibre, como para recorrer largas distancias sin tanta pérdida de corriente en la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad.

El sistema interconectado a la red, está orientado hacia el sur, lo que le da una excelente posición con respecto al sol, para así, aprovechar el mayor número de horas con relación a la radiación solar que llega al modulo fotovoltaico.

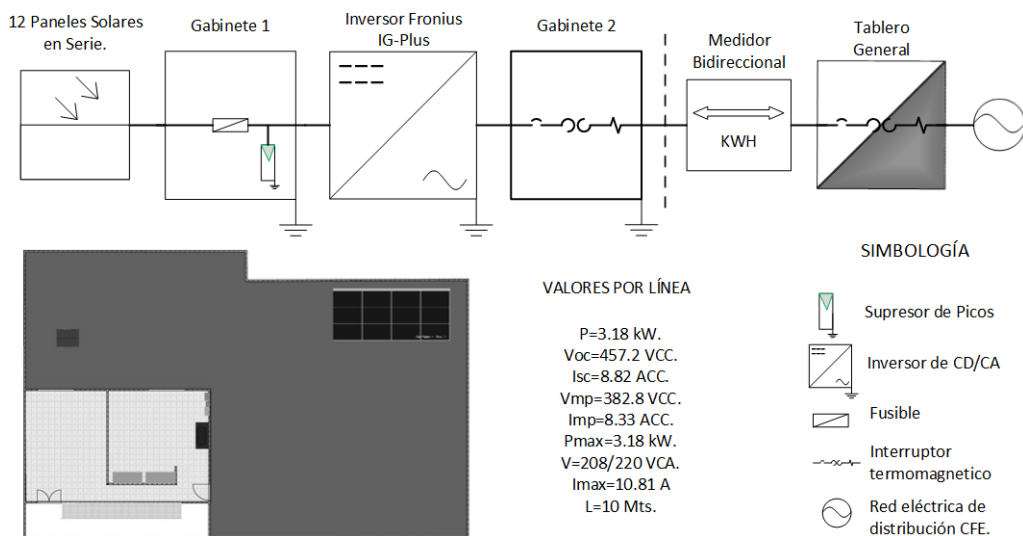


Figura 3.3: Esquema Físico del Sistema Interconectado a la Red

El esquema de cómo se encuentra constituido físicamente, se presenta en la figura 3.3 y sus especificaciones técnicas generalizadas se muestran en el cuadro 3.1.

<b>Variables del Sistema fotovoltaico conectado a la red</b>	<b>Valores</b>
Potencia del sistema	3.18 kW
Energía del sistema	14.31 kWh/día
Voltaje del arreglo fotovoltaico $V_{mp}$	382.8 VCD
Voltaje de salida de inversores	127/220 VCA

Cuadro 3.1: Especificaciones de los módulos fotovoltaicos.

Los componentes que conforman el sistema interconectado a la red, son mencionados y enlistados en el cuadro 3.2, Mientras que las especificaciones técnicas de cada módulo fotovoltaico, se mencionan en el cuadro 3.3 y finalmente las especificaciones técnicas del Inversor, se reflejan en el cuadro 3.4.

<b>Equipo</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>
Modulo fotovoltaico	265 W	12	Solar World	SW 265 MONO
Inversor	3000 W	1	Fronius	IG PLUS 3.0-1
Datalogger	N/A	1	Fronius	IG PLUS 3.0-1

Cuadro 3.2: Lista de componentes del sistema interconectado

<b>Variables unitarias del Módulo Fotovoltaico</b>	<b>Valores</b>
Potencia nominal	265 Wp
Voltaje $V_{mp}$	31.9 VCD
Corriente $I_{mp}$	8.33 A

Cuadro 3.3: Especificaciones técnicas unitarias del módulo fotovoltaico.

<b>Variables unitarias del inversor Fronius IG Plus 3.0-1</b>	<b>Valores</b>
Voltaje nominal de entrada	390 VCC
Corriente de entrada $I_{nom}$	8.3 ACD
Voltaje de salida	208/240 VCA
Potencia máxima de entrada	2500-3450 Wp

Cuadro 3.4: Especificaciones técnicas unitarias del Inversor Fronius.

### 3.1.2. Formas de adquisición de datos de Fronius

El principal sistema de energías renovables que se desea monitorizar, es un sistema fotovoltaico interconectado a la red, que esta actualmente monitorizado por la empresa Fronius a través de un dispositivo llamado Datalogger Web. Este dispositivo, almacena los datos que el inversor de Fronius (*IG PLUS 3.0-1*) obtiene a partir del generador fotovoltaico y así posteriormente descargarlos a un ordenador y visualizarlos en forma de gráficas, a través de un software que la misma empresa otorga.

Sin embargo se presentan problemas para la propia descarga y exportación de esta base de datos, por lo que se diseñó un programa que realice la propia descarga e importación de información automáticamente cada cinco minutos, lo que permitirá visualizar la información en forma gráfica y así tener una interfaz similar a la del programa Fronius Solar.Acces.

La interfaz se creó a través de un programa dedicado a la “*Programación Orientada a Objetos*” (OOP) dicho programa es *Visual Studio 2013*©, sin embargo, la empresa Fronius también ofrece su servicio en línea, por lo tanto, también será necesario crear una página web propia, la cual se diseñará con el mismo programa anteriormente mencionado.

El programa Fronius Solar.Acces, tiene la opción de descargar los datos cada hora de manera automática, siempre y cuando se presione la opción de “descargar” lo que provoca, una molestia para el usuario y desactualización de la información, provocando así, una necesidad de estar informado de los cambios que nuestro sistema fotovoltaico presenta, y esta necesidad se abordará en la nueva interfaz de usuario, para que la información este siempre actualizada.

Existen tres maneras para visualizar la información de la cantidad de energía que el sistema fotovoltaico interconectado a la red genera, y por ende, cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

- Conexión a Internet.
- Conexión Intranet.
- Conexión Lan.

#### Conexión a internet

El Datalogger Web convierte las distintas señales de Voltaje y Corriente provenientes del Inversor en datos cuantitativos, sin embargo, como la conexión solo es mediante a internet y no hay algún otro elemento que interactúe entre ellos, la información solo será enviada y almacenada en un servidor de la empresa Fronius, el cual es un servicio gratuito que la empresa ofrece, dicha información se visualizará en una página web a través de gráficos.

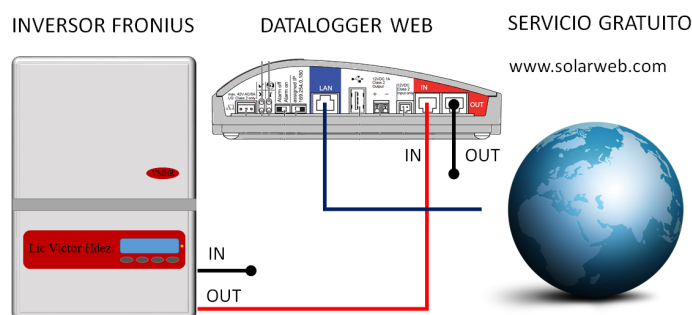


Figura 3.4: Conexión mediante Internet

Su conexión física es a través de dos cables tipo Ethernet, el primero de color rojo, se conecta de la salida del inversor “OUT” hacia la entrada del Datalogger Web “IN” y el segundo cable, se conecta al puerto ethernet que contiene el Datalogger Web, que se identifica con el color azul y va dirigido hacia una conexión a internet, tal y cual se visualiza en la figura 3.4

Es necesario acceder a la página oficial de Fronius <http://next.solarweb.com/> para observar los distintos gráficos y datos detallados que produce el sistema fotovoltaico interconectado a la red. Estos son:

- **Ahorro de CO<sub>2</sub>:** Es cuanto dióxido de carbono se ha dejado de emitir gracias a la instalación fotovoltaica, es decir, cuantos kilómetros en coche se evitaron y dejaron de emitir este componente o cuantos árboles se plantaron correspondientemente.
- **Potencia actual kW:** Es la potencia que actualmente producen los paneles solares, lo que se asemeja a un dato real.
- **Potencia acumulada kWh:** Es la potencia que se ha acumulado durante determinado periodo de tiempo.
- **Rendimiento de la instalación:** Es el ahorro económico con respecto a la utilización de energías renovables.

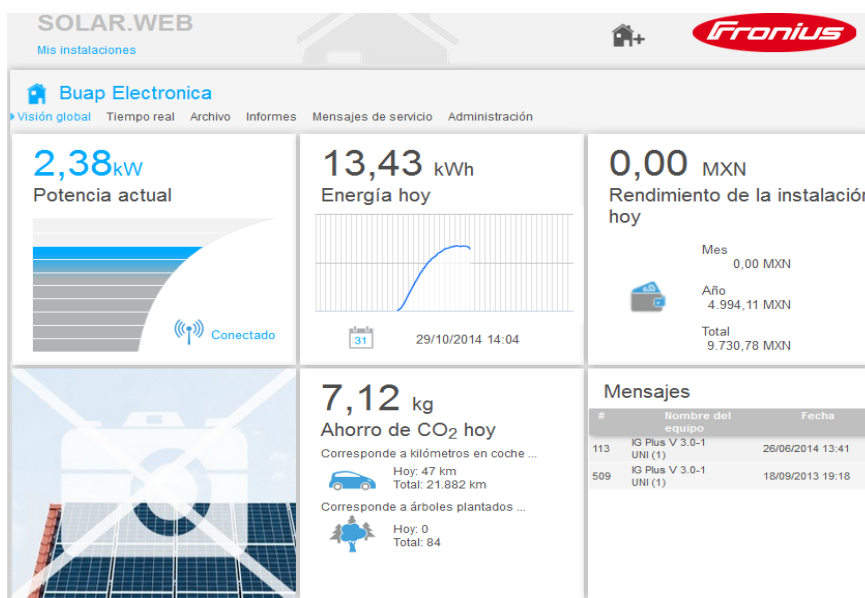


Figura 3.5: Página oficial de Fronius.

Esta interfaz (ver figura 3.5) contiene varios datos interesantes, sin embargo los más importantes y relevantes son aquellos que han sido mencionados, también proporciona gráficas detalladas de la energía que se genera Diaria, Mensual, Anual y Total.

Otro dato importante es la “Fuente de Datos” (figura 3.6), esta será la dirección donde se almacena toda la información recopilada y que solo a través de una “conexión LAN”, se puede realizar la descarga de datos.



Figura 3.6: Fuente de datos

### Conexión intranet

El Datalogger Web solo adquiere la información pero no la envía al servidor y solo se puede adquirir la información mediante un ordenador y solo si tiene instalado el programa Fronius Solar.Acces que proporciona la misma empresa.

Su conexión es semejante a la “Conexión a Internet” sólo que en este caso, el segundo cable de color azul, se conecta al puerto ethernet que contiene la PC y que a su vez, tiene instalado el programa Fronius Solar.Acces, estos pasos se pueden ver en la figura 3.7.

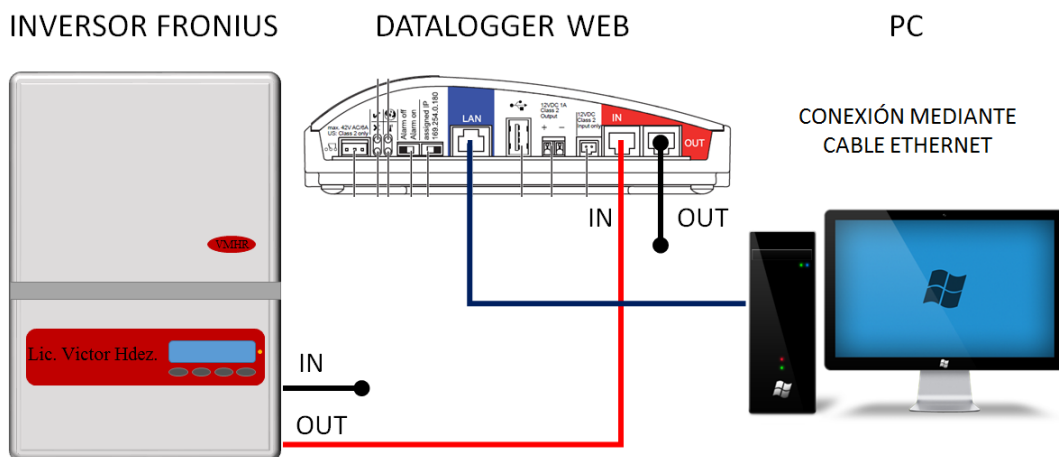


Figura 3.7: Conexión LAN

Una vez realizado este paso, se debe de cambiar de posición el “Button slider” de “Assigned IP” a “169.254.0.180” que contiene el Datalogger (ver figura 3.8).

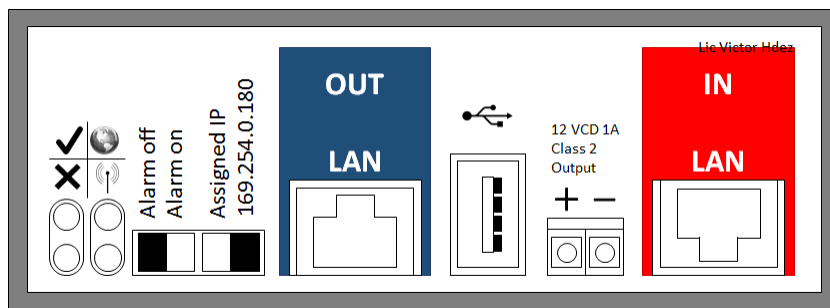


Figura 3.8: Dirección IP fija del Datalogger

Terminado esta acción y las debidas instalaciones físicas que se mencionaron anteriormente, se procede a realizar una nueva conexión de área local, para configurar dicha conexión se deben de realizar los siguientes pasos:

- Abrir el centro de redes y recursos compartidos.
- Cambiar configuración del adaptador.
- Ubicar la Conexión de área local.
- Hacer clic con el botón derecho del mouse y seleccionar “Propiedades”.
- Seleccionar la opción de protocolo IPv4
- Finalmente se escoge “Usar la siguiente dirección IP” e introducir los datos del cuadro 3.5, conectar el cable de ethernet y esperar aproximadamente un minuto para que se establezca la conexión.

**NOTA:** En algunos ordenadores estos pasos pueden ser nulos, solo basta con conectar el cable de ethernet al CPU y la conexión se establecerá.

Propiedades	Valores
Dirección IP	192.168.1.254
Máscara de subred	255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada	192.168.1.1

Cuadro 3.5: Configuración de TCP/IPv4.

Por último, una vez lograda la conectividad, ingresamos en el buscador de algún explorador de internet la siguiente dirección <http://169.254.0.180/>, donde se visualizara la potencia en AC actual, la energía, el ahorro de CO<sub>2</sub> y las ganancias diarias y totales que están almacenadas en el *Datalogger Web*(ver figura 3.9). Para la propia descarga de datos, se ocupara el programa *Fronius Solar.Acces* y en la configuración de “Creación de nuevo equipo” se introducirá la dirección IP 169.254.0.180, que es la fuente de datos interna del *Datalogger WEB*, esta configuración se verá más a fondo en la sección “**Conexión mediante Fronius Solar.Acces**”.



Figura 3.9: <http://169.254.0.180/>

### Conexión LAN

El Datalogger web se conecta mediante un “HUB”, dando la posibilidad de enviar los datos tanto al servidor como al ordenador (ver figura 3.10).

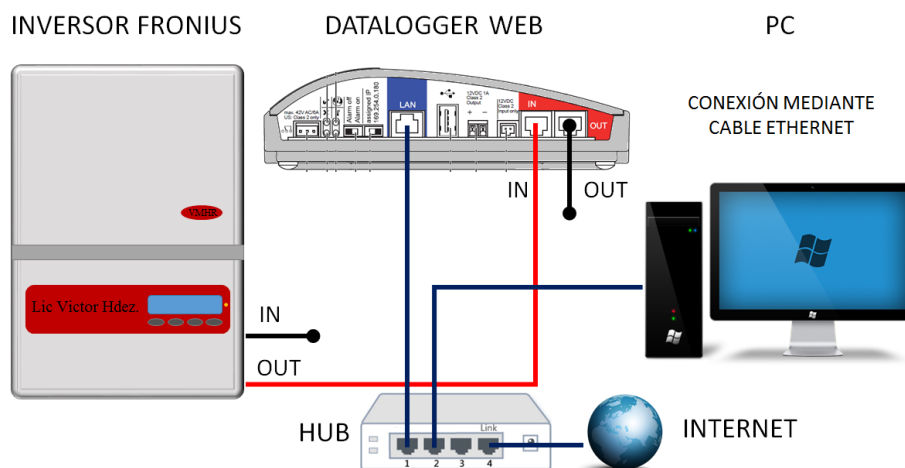


Figura 3.10: Conexión LAN

Cuando hay acceso a internet, la “Fuente de datos” que se ocupará, será la 148.228.79.235 (ver figura 3.6 y el cuadro 3.6).

ID del Datalogger	Conectado	Dirección IP	Activo hasta
240.26388	SI/NO	148.228.79.235	Activo/Inactivo

Cuadro 3.6: Fuente de datos.

Pero al igual que en el caso anterior, el “Button slider” debe de cambiar de posición para que exista conectividad entre el Datalogger Web y el servidor de Fronius, ahora va a pasar de “169.254.0.180” a “Assigned IP” que contiene el Datalogger

Web (ver figura 3.8) y dicha dirección IP asignada, se encuentra en la página web <http://next.solarweb.com/> (figura 3.6).

La única manera de conectarse y descargar los datos es mediante el mencionado programa *Fronius Solar.Acces*, que de igual forma se debe de crear una nueva instalación o equipo para acceder a esta valiosa información, al igual que en el anterior caso, en la siguiente subsección (Conexión mediante “Fronius Solar.acces”) se detallará a fondo como se logra la descarga y la creación de estos equipos.

### Conexión mediante “Fronius Solar.acces”

Mediante una conexión con o sin internet, el “Datalogger Web” y el programa “Fronius Solar.Acces” es posible visualizar los datos que el inversor proporciona.

La interfaz que nos brinda este programa, es la que se muestra a continuación (figura 3.11).



Figura 3.11: Fronius Solar.Acces

Como se observa, esta primera vista es muy parecida a la que se mostraba en la figura 3.9, pero a diferencia de la anterior, es que en esta se pueden descargar y exportar datos.

Para lograr estas descargas y exportaciones, se debe de crear una “Instalación PV”. Para lograrlo se requiere abrir el programa “Fronius Solar.Acces” y seguir los siguientes pasos.

#### ■ Abrir la pestaña “Administración”

- Seleccionar “Crear un equipo” y llenar la información siguiente.

- Nombre del equipo “*El deseado*”.
- País “*Ubicación actual*”.
- Provincia “*N/A*”.
- Zona horaria “*Ubicación actual*”.
- Remuneración “*N/A*”.
- Divisa “*Ubicación actual*”.
- Tipo de conexión “*Dirección URL proveniente de la Fuente de datos de Fronius-datalogger-web*”.

Los datos reales que tiene ingresado el equipo y que se ocupan para establecer la conexión, se muestran en el cuadro 3.7 que se proporcionan a continuación.

<b>Datos del equipo</b>	<b>Valores</b>
Nombre del equipo	FRONIUS ONLINE
País	México
Provincia	
Zona horaria	(GMT-6:00 Central Time (US y Canadá))
Remuneración	100
Divisa	USD
Tipo de conexión	Ethernet
Dirección de red	148.228.79.235

Cuadro 3.7: Creación de un equipo desde Fronius Solar.Acces.

Una vez creada la instalación del equipo, se necesita establecer la conexión haciendo clic en la pestaña “*Instalaciones PV*” y seleccionar el nombre del equipo que se creó, en este caso “*FRONIUS ONLINE*”, provocando así, que se vincule *Fronius Solar.acces* y el *Datalogger web*.

Por lo tanto, se podrán visualizar los distintos parámetros que la instalación fotovoltaica proporciona, así como gráficas y la propia descarga de los mismos datos, estas descargas pueden suceder en un intervalo de cinco, diez, quince, veinte, y treinta minutos, en este caso se seleccionará la opción de cada cinco minutos.

El programa de Fronius Solar.Acces, brinda la opción de exportar los datos a través de dos maneras:

- Exportación de datos a MS Excel.
- Exportación de datos de Aus Solar.Acces

Sin embargo se hará énfasis en la exportación de datos a MS Excel, ya que este archivo se necesitará para crear gráficas con el programa *Visual Studio 2013*©.

### Descarga y exportación de datos a MS Excel

Para la descarga de información proveniente del Inversor, se debe de seguir los siguientes pasos:

- Ejecución del programa Fronius Solar.access.
- Seleccionar la pestaña Instalaciones PV y hacer clic en la instalación creada, en este caso “FRONIUS ONLINE”.
- En el panel lateral izquierdo, buscar el icono de “*Descarga*” y dar clic.
- Se mostrara una ventana de “Bienvenida”.
  - Se pide que se seleccione un “período de tiempo de descarga” a través de las tres diferentes opciones.
    - Desde la última descarga.
    - Todo el contenido del Datalogger.
    - Seleccionar un rango de fechas.
  - Se pide también seleccionar el comportamiento de datos de importación, en base a las dos opciones de abajo.
    - Adjuntar.
    - Sobrescribir.
- A continuación, hacer clic en “Continuar”.
- Hacer clic en “Iniciar la descarga”.
- Esperar aproximadamente un minuto para la descarga de información.
- Culminada la descarga hacer clic en “Terminado”.

Una vez que se ha finalizado el proceso de descarga de información, sigue la propia exportación de datos a una nueva base de datos con extensión *.xls*, y se logra a través de los siguientes pasos:

- Seleccionar el icono “Exportación de MS Excel” que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla.
- Elegir la Instalación PV que se creó.
- Escoger una fecha de inicio y fin de los datos guardados, para visualizarlos en un nuevo documento.
- Se opta por escoger entre las siguiente opciones para la emisión de datos.
  - Valores diarios.
  - Valores detallados.
  - Mensaje de servicio.

- Una vez seleccionada la opción deseada, se presiona “OK”.
- Se elige la ubicación donde se guardara el archivo con los datos provenientes del Inversor.
- Se elige un nuevo nombre para tal archivo.
- Finalmente se selecciona “Guardar”.

Culminado el proceso de descarga y exportación de datos, se podrá hacer uso de estos datos, para las diferentes necesidades del usuario. Sin embargo a pesar de que Fronius otorga beneficios, también provoca desventajas, como son:

- Estar a disposición de sus servidores.
- Que entren en mantenimiento.
- Fallas en la red de internet.
- Deshabiliten los servidores
- Personal responsable
- Cobren el servicio
- Software y Hardware no son libres de modificaciones

### 3.1.3. Sistema Híbrido aislado

El sistema fotovoltaico híbrido aislado (figura 3.12), esta complementado por varios dispositivos que se enuncian en el cuadro 3.8.

Cantidad	Dispositivo	Unidades
2	Paneles solares	18.39 $V_{mp}$ - 5.94 A
1	Aerogenerador	400 $W_p$
1	Inversor	150 W
1	Controlador de carga	12/24 V - 20 A
4	Baterías de ciclo profundo	415 V

Cuadro 3.8: Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido aislado.

El porqué tener la configuración de un sistema fotovoltaico híbrido aislado, fue para dar mayor funcionalidad al sistema, es decir, en días nublados los paneles solares no alcanzan grandes niveles de energía producida, sin embargo en esos días, se estima que es cuando hay más cantidad de viento (hablando idealmente) por lo tanto, se implementa un aerogenerador, que de forma paralela, alimentara al igual que las celdas solares al banco de baterías y esto hace una compensación entre las pérdidas de energía generadas y acumuladas.



Figura 3.12: Sistema fotovoltaico aislado

A continuación se mostraran las especificaciones técnicas de los paneles fotovoltaicos (PV) (cuadro 3.9) y del aerogenerador, que conforman al sistema híbrido aislado (cuadro 3.10).

<b>Especificaciones de los PV</b>	<b>Valores</b>
Serial No.	1307107019
Module Type	SAECSA 100TM/5
$P_{max}$	100 W
$I_{mp}$	5.53 A
$V_{mp}$	18.39 V
$V_{oc}$	22.56 V
$I_{sc}$	5.94 A
Temperatura	25°
Max.System Volt.	1000 V
Max.Fuse Rating	10 A
Cell Technology	Mono-Si Cells

Cuadro 3.9: Especificaciones del Sistema Fotovoltaico

<b>Especificaciones del Aerogenerador</b>	<b>Valores</b>
Modelo	Air 30
Diametro del Rotor	1,17 mts.
Velocidad de viento de encendido	3.6 m/s
Potencia nominal	400 W

Cuadro 3.10: Especificaciones del Aerogenerador

Estos sistemas están cobrando mucho éxito, sin embargo no se monitorizan y por lo tanto, no se sabe cuánto se está generando o simplemente no se puede hacer

un cálculo eficaz para las cargas que se ocuparan, como son las bombas de agua. Por lo tanto, la monitorización es necesaria para un óptimo uso de esta fuente de energía.

En algunos sistemas se desea saber el valor del voltaje ( $V$ ), corriente ( $I$ ) o potencia ( $P$ ) que están siendo generados por dichos sistemas, pero en la mayor parte de estos, solo se puede saber uno o dos parámetros, esto debido al coste de los dispositivos a emplear, como la ingeniería en el diseño.

Sin embargo, teniendo dos variables se puede calcular la tercera a través de la ley de ohm, solo se despeja la incógnita a través de la ecuación de Corriente 3.1 y de potencia 3.2.

$$I = \frac{V}{R} \quad (3.1)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (3.2)$$

### **Adquisición y monitorización de datos del sistema híbrido fotovoltaico aislado**

En este proceso, los datos se almacenaran cada cinco minutos en una base de datos (Access) distinta, es decir, una base de datos para el Sistema Fotovoltaico, otra para el Eólico y una para el almacenamiento de energía (Baterías), las dos primeras, contendrán cuatro columnas, en ellas se resguardaran los valores de:

- Fecha y hora de adquisición de datos.
- Voltaje generado.
- Corriente generada.
- Potencia eléctrica.

Mientras que la última solo tendrá las dos primeras anteriormente mencionadas.

Se propuso esta configuración en la interfaz que se creó, ya que lo que se busca saber entre el panel solar y el aerogenerador, es la Potencia eléctrica que entrega cada uno, y con respecto a las baterías, se busca saber cual es su capacidad máxima de carga, como también conocer, cuando el voltaje en  $DC$  es menor, haciendo así, que el inversor de tipo isla deje de proporcionar corriente alterna y otro punto importante es identificar, cuándo las baterías están fallando y eso se logrará a través de manera visual, de cómo se descarga de manera abrupta las baterías, o la carga de las mismas, pero de manera prolongada.

Los datos obtenidos de los dos sistemas y del banco de baterías se visualizarán en un “DataGridView” y en gráficas para cada uno de ellos.

El control “DataGridView” actúa como grilla de datos donde se muestra el resultado de una consulta o conexión a una tabla. Es totalmente personalizable por

columna y fila, lo cual permite configurar al máximo cada celda, dependiendo del tipo de datos que contenga [34], es decir los datos se mostraran en forma de tabla y se guardarán en un archivo de Access dedicado exclusivamente para él. Cada vez que se termine la rutina de descarga de datos, las gráficas se actualizarán a través del “DataGridView” (ver figura 3.13).

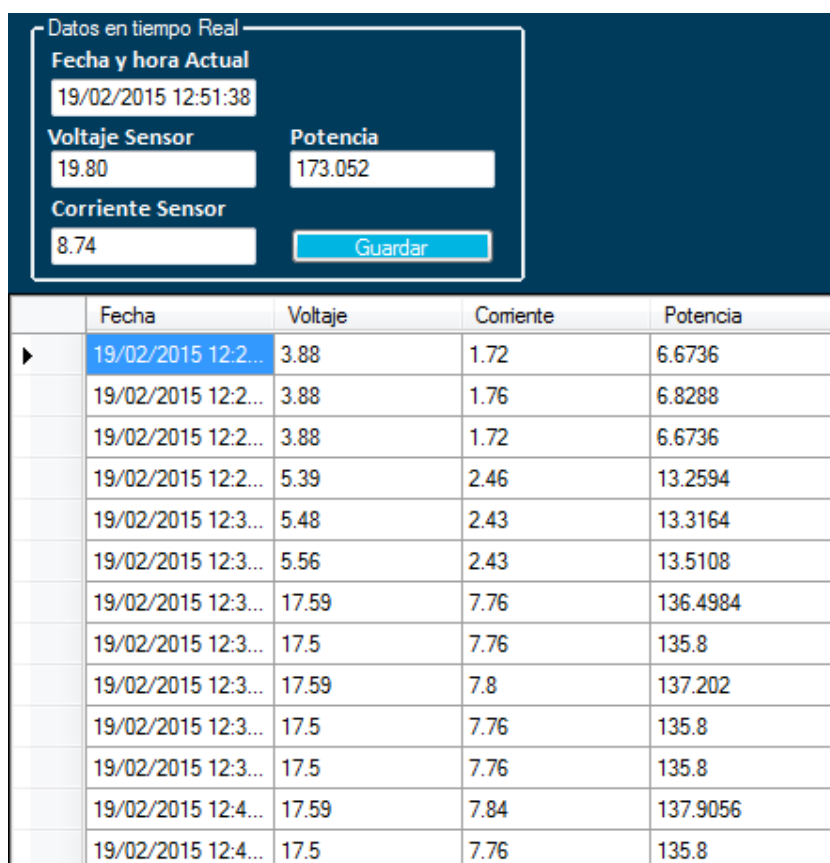


Figura 3.13: Adquisición de datos mediante el datagridview

Estos generadores de electricidad y acumulador de energía, cuentan con apartados para cada uno de ellos (*Energía Eólica, Panel Solar 200W y Banco de Baterías*), donde mostrarán tres puntos primordiales, los datos en tiempo real, datos guardados en un “DataGridView” cada cinco minutos y la gráfica que se actualiza en el mismo tiempo.

Dados los anteriores conceptos, se empezará a detallar la interfaz que se creará para adquirir los datos del *Datalogger WEB*, como también la adquisición de datos del Sistema híbrido fotovoltaico, que será a través de una tarjeta de adquisición de datos, esta interfaz estará conformada por:

- Splash Screen.
- Login.
- Pantalla principal (Interfaz con Menús, datos en tiempo real del Sistema híbrido aislado e inicio y fin de descargas del *Datalogger web*).

## 3.2. Desarrollo de la interfaz

Para la creación de esta interfaz, se requerirá de un programa que este orientado a objetos (OOP) y para entender más este aspecto, Miguel Blanco [33] declara lo siguiente.

La programación orientada a objeto, “OOP” (Object Oriented Programming) a partir de ahora, se trata de una evolución de la programación procedural basada en funciones, que permite agrupar elementos de código (rutinas y datos) con funcionalidades similares, bajo un sistema unificado de manipulación y acceso a dichos elementos. Una estructura de código contiene un conjunto de procedimientos e información que ejecutan una serie de procesos destinados a resolver un grupo de tareas con un denominador común. Una aplicación orientada a objetos tendrá tantas estructuras de código como aspectos del programa sea necesario resolver.

Existen varios programas orientado a objetos, en este caso se ocupo “*Visual Studio 2013*©” ya que es una plataforma para desarrollo de software integrada por varios lenguajes de programación: Visual C++, Visual C#, ASP.NET y Visual Basic .NET. Los programadores de aplicaciones independientes suelen utilizar un lenguaje específico, mientras que las empresas que se dedican a brindar soluciones de software de mediana a gran escala en general emplean más de uno, dependiendo de la necesidad del cliente. Visual Basic se integró a esta suite de lenguajes desde su versión 6.0. Microsoft pensó en desarrollar el framework .NET a fines del año 2000, y fue entonces cuando cambió la orientación de programación de todos sus lenguajes, incluyendo Visual Basic, que dejó de estar orientado a eventos y pasó a ser un lenguaje de programación orientado a objetos [34].

Visual Basic.NET es la primera versión de Visual Basic verdaderamente orientada a objetos. Aunque en versiones previas era posible crear clases en unos módulos específicos, realmente se trata de un mecanismo dependiente de COM y, además, no se contaba con capacidades fundamentales como la herencia en Visual Basic .NET, por el contrario, las clases son construcciones de primer nivel equiparables a las de C++, Java o C# [35].

También se ocupó este lenguaje para poder conocerlo y enriquecerse más en los diferentes tipos de lenguaje de programación, y la experiencia con esta nueva forma de programar, ha sido sencilla y compleja a la vez.

Para lograr esta interfaz, se necesitan de los datos de las fuentes renovables, ¿Cómo se guardarán?, ¿Qué formato tendrán?, etc, y por lo tanto también darle una buena presentación al software, a continuación se mencionará como se logrará.

### 3.2.1. Splash screen

Un Splash Screen, es una pantalla de bienvenida que permite establecer u obtener la pantalla de inicio de nuestra aplicación [34].



Figura 3.14: Splash Screen

En este caso se ocupará una barra de progreso (figura 3.14) para observar como se carga el programa y la imagen de bienvenida será la del escudo de la carrera en Ingeniería de Energías Renovables de la FCE.

### 3.2.2. Login

Se necesita crear un formulario para identificar y validar a un usuario antes de permitirle el acceso a una aplicación. Como norma general, los datos mínimos que todo usuario debe teclear son: nombre (login) y contraseña (password); pero en algunos casos, se requerir la introducción de datos adicionales, como un código adicional, una fecha, etc. [33].

En esta interfaz se crea un login (ver figura 3.15), con la finalidad de que los datos que sean descargados no sean manipulados, solo el personal calificado podrá acceder a él y hacer los diferentes cambios en el programa.

En la figura 3.15(a) se visualiza la primera vista donde se pide que introduzca el “Usuario” y “Contraseña”, si los datos son correctos muestra un mensaje de bienvenida (ver figura 3.15(b)) y dará acceso al programa principal, los datos para acceder a ella, se muestran en el cuadro 3.11.

Usuario	Password
victor	victor

Cuadro 3.11: Usuario y password de la interfaz

Si los datos son erroneos, este mostrará un mensaje de verificación de datos (ver figura 3.15(c)) hasta que estos sean validos.

Finalmente si se desea salir de la aplicación se visualiza el mensaje de despedida (ver figura 3.15(d)) y se cerrara el programa.



Figura 3.15: Vistas de Login.

### 3.2.3. Pantalla Principal

La pantalla principal de la aplicación contiene los elementos más significativos de forma general, está se divide en cinco partes (figura 3.19).

- **Barra de Menú:** Se encuentran las distintas opciones para visualizar los datos adquiridos por la tarjeta de adquisición, abrir archivos y programas extras, así como la conexión vía bluetooth (ver figura 3.16).
  - Abrir.
    - Fronius.
    - Access.
  - Conexión Bluetooth.
    - Puerto COM.
    - Conectar.
  - Panel Solar Fronius.
  - Energía Eólica.
  - Energía Solar 200W.
  - Banco de Baterías.

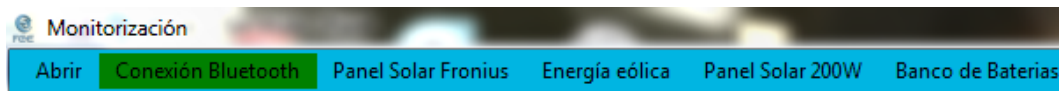


Figura 3.16: Barra de Menú

- **Reloj Digital:** En base a este reloj, se establecerán los periodos de inicio y fin de descargas de datos. Tendrá un formato de 12 horas.
- **Horarios de inicio y fin de la descarga de datos:** Se establece, la hora en la cual se desea que empiece y termine la secuencia de eventos de clics del Mouse y del Keyboard sobre el programa Fronius Solar.Acces, esto es con el fin de descargar los datos a un archivo de excel provenientes del Datalogger Web.

El cómo funciona este proceso, es meramente sencillo, consta de seleccionar dos horas preestablecidas, que se encuentran en los *Text Box* de Inicio y fin de descarga, o en su defecto, escribir una fecha con el mismo formato de la hora que se encuentra arriba de ellos, una vez ingresados los datos, se presiona el botón “*RUN*” para guardar los horarios deseados y empezarlos a apreciar de forma gráfica.

Cuando la hora de Inicio de descarga sea igual a la hora del ordenador, se tiñeran de color *Verde* los dos *Text Box* y el proceso de descarga empezará, la interfaz se minimizará dando paso a que el programa Fronius Solar.Acces se ejecute y la ejecución de la secuencia de clic’s acompañada de algunos eventos del teclado.

Acabado el proceso mencionado, el programa Solar.Acces se terminará y se maximizará la interfaz y se volverá a inicializar cada cinco minutos, es decir, si se proporciona la hora de “Inicio de descarga” a las 8:00 a.m. el proceso se reiniciara a las 8:05 a.m. y así sucesivamente hasta que llegue la hora de “Fin de descarga”.

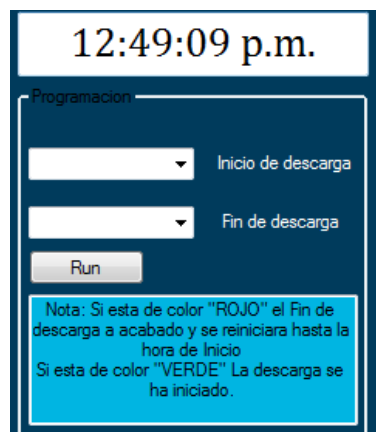
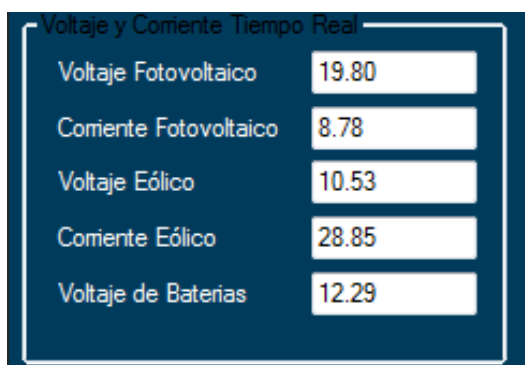


Figura 3.17: Inicio y Fin de descargas

En este punto los dos *Text Box* cambiarán de color a *Rojo*, indicando que se acabó la descarga y que no volverá a inicializarse hasta que vuelva a ser las 8:00 a.m. (ver imagen 3.17).

- **Datos en tiempo real:** Son los datos obtenidos por la conversión analógica-digital del microcontrolador a través de los transductores de Corriente y Voltaje (LA-55P y LV-25P), que constituyen la tarjeta de adquisición de datos. Estos datos se convierten en un periodo de milisegundos y dependiendo de la petición y retardo que realice la PC, será la velocidad de transmisión y visualización de esta información.

Estos datos no son constantes ya que varían con respecto a la radiación solar y el viento, en la figura 3.18 se muestra como varía el voltaje y la corriente.



Voltaje y Corriente Tiempo Real	
Voltaje Fotovoltaico	19.80
Corriente Fotovoltaico	8.78
Voltaje Eólico	10.53
Corriente Eólico	28.85
Voltaje de Baterías	12.29

Figura 3.18: Adquisición de datos en tiempo real

- **Gráficas de “Fronius IG Plus”:** Una vez que los datos sean descargados del Datalogger Web, las gráficas establecidas para el sistema interconectado a la red, se actualizarán cada cinco minutos, ya que es el intervalo en el cual, el Datalogger Web puede almacenar nueva información y que con los eventos de mouse y keyboard en el programa Fronius Solar.Acces logran ser descargados y así mantener la actualización de la información y por ende en las gráficas de Voltaje AC, Voltaje DC y Potencia AC (figura 3.19).

#### **Abrir archivo de access**

En este apartado, se pretende abrir el archivo donde se encuentran los datos descargados del Datalogger Web con la única finalidad de hacer más fácil su ubicación y su manipulación.

#### **Abrir programa fronius solar.access**

Esta pestaña, abre el programa encargado de adquirir y procesar los datos del Datalogger Web, que posteriormente se descargará en un archivo de Excel y

se vinculará a un archivo de access para poder implementar las gráficas en la interfaz creada.

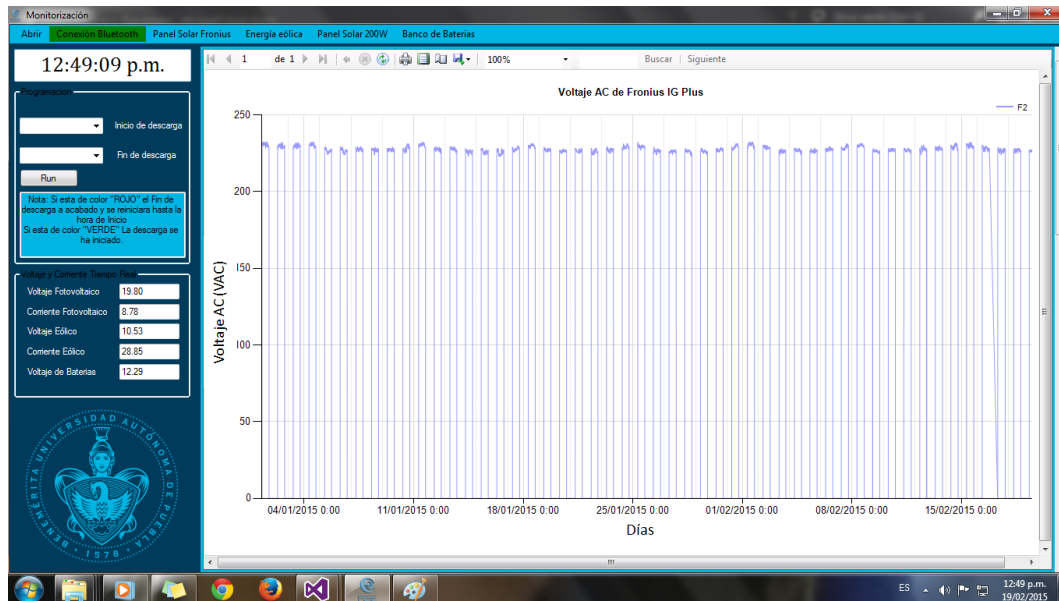


Figura 3.19: Pantalla principal

### Comunicación bluetooth y selección de puerto

Se creo el apartado de comunicación Bluetooth, ya que para la conexión entre PC y Módulo, se necesitan ocupar los puertos **COM** que contiene el ordenador, así mismo, cuando se instala el adaptador y módulo bluetooth se le asigna un nuevo puerto COM para su habilitación.

Para poder identificar que puerto se le a asignado a cada uno de ellos, se necesita ir a las propiedades del bluetooth y detectar el asignado, en este caso se enfocará al puerto del módulo (*PATITAS*) tal y como se muestra en la figura 3.20.

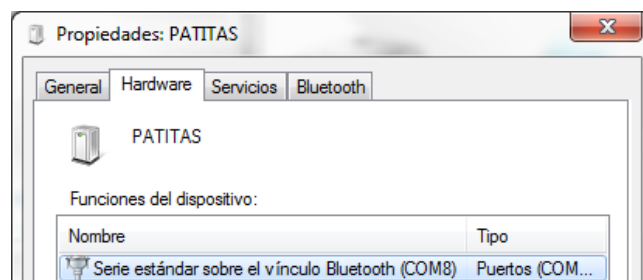


Figura 3.20: Identificación del puerto COM de “PATITAS”

Una vez detectado el puerto COM asignado a *PATITAS*, se requiere buscarlo en la interfaz que se creó y eso se logra dando clic en la opción *Puerto COM*, es aquí donde el programa empieza a buscar todos los puertos COM disponibles, una vez terminada la búsqueda de puertos, solo hay que ubicar el puerto *PATITAS* (COM

8) para establecer la comunicación, finalmente se seleccionará la opción *CONECTAR* donde se establecerá la comunicación entre adaptador y módulo bluetooth (ver figura 3.21) para el envío y recepción de datos.

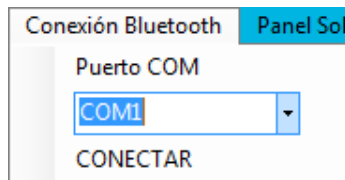


Figura 3.21: Búsqueda de Puertos COM

### Panel solar fronius

Si se presiona esta pestaña se crea una secuencia de clic's con un intervalo de tiempo acompañados de algunos eventos del teclado, simulando así a un operador muy exacto y estricto en el tiempo de realizar la tarea encomendada, pero este proceso se ejecutará solo y únicamente, cuando sea presionada dicha opción

Cuando la secuencia finaliza, los datos son descargados con extensión .XLS (excel) sin embargo, como se desea ocupar dichos datos para visualizarlos en forma de gráficas, se necesita trabajar con bases de datos, por lo tanto, estos datos se vincularán a un archivo de access, ya que este es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado por Microsoft [36].

Una vez vinculado el archivo de Excel con Access, los datos fluirán más rápido para cargarlos a las gráficas que se generarán (Voltaje AC, Voltaje DC y Potencia).

Estas tres gráficas se alojarán en el apartado principal de la interfaz, su actualización será cada cinco minutos, ya que es el rango mínimo en el cual el programa Fronius Solar.Access puede descargar los datos del Datalogger Web, dando así la posibilidad de mantener informado al usuario, el apartado principal se puede apreciar en la figura 3.19.

### Energía eólica, Energía solar 200W

La lectura de los datos que genera el Sistema Híbrido Fotovoltaico aislado (Eólico 400 *Wp* y Fotovoltaico 200 *Wp*), provienen de la creación de una tarjeta de adquisición de datos y estos se integrarán en una pantalla muy independiente de la otra (figura 3.22), sin embargo, las dos tendrán los mismos elementos:

- Datos en Tiempo Real.
- Datos guardados cada cinco minutos acompañados de Fecha y Hora de adquisición.
- Gráficas de Voltaje, Corriente y Potencia a través de los datos resguardados.

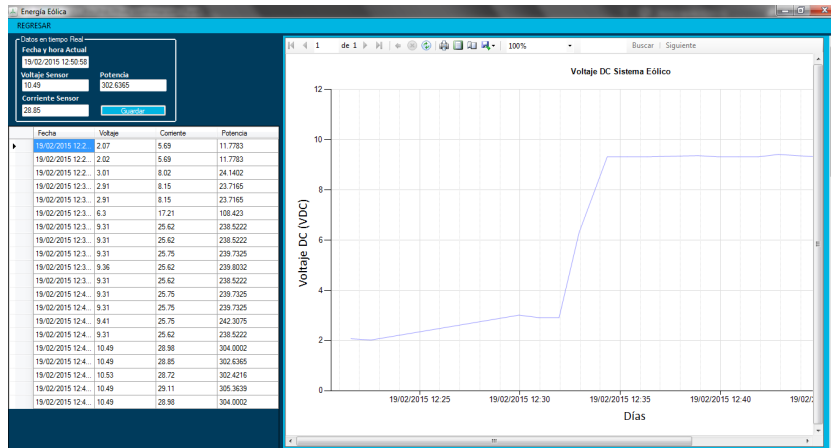


Figura 3.22: Información de la energía proveniente del Aerogenerador.

### Banco de baterías

La forma de adquirir la información de la baterías; es el mismo que el de la energía eólica y solar, a diferencia, que solo se mostrarán y almacenarán los datos, que el Voltaje del banco de baterías contiene. Los elementos que contendrá esta pantalla serán:

- Datos en Tiempo Real.
- Datos guardados cada cinco minutos acompañados de Fecha y hora de adquisición.
- Grafica de Voltaje.

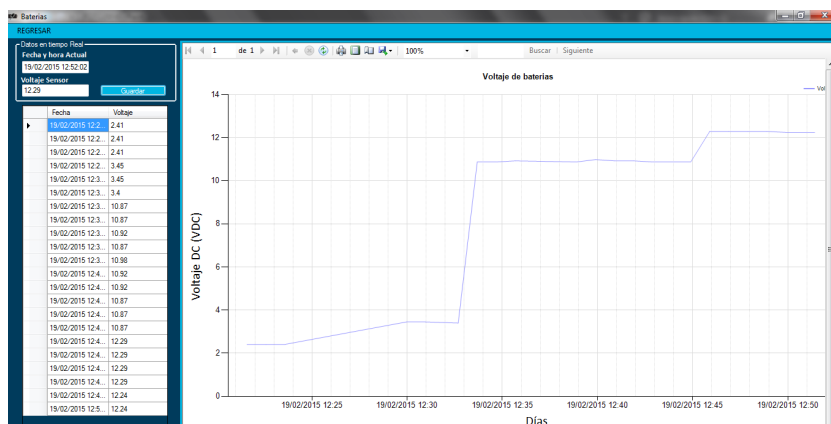


Figura 3.23: Información proveniente del banco de baterías

Esto es con el fin de que el usuario tenga noción de cuanta energía aún tiene almacenada y si la carga-descarga de las mismas las hace de forma lenta o rápida, la cual le daría noción de que la vida útil de las baterías esta a su limite, o remplazar alguna de ellas o en su totalidad (figura 3.23) .

Para poder manipular el software de una manera más certera, se aporta el apéndice I, donde describirá de manera breve, la forma de manipular dicha interfaz.

### 3.3. Sistema de adquisición de datos

La tarjeta de adquisición de datos “*Supervisor of photovoltaic and wind system*” adquirirá la información analógica, (*Volts y Amperes del “Panel Solar de 200 Watts” y “Eólica a 400 Watts” así como el Voltaje del Banco de baterías*) que posteriormente convertirá en digital y se enviará vía bluetooth a la interfaz creada en el ordenador, será ahí mismo donde se guardará la información detallada de estos sistemas. Esta tarjeta estará compuesta por los componentes que integra el cuadro 3.12

Cantidad	Componente	Descripción
1	Microcontrolador	PIC16F877A
2	Sensores de corriente	LA 55-P
2	Sensores de Voltaje	LV 25-P
1	Modulo Bluetooth	Bluetooth
3	Reguladores de voltaje	L78(05-15) L79(15)

Cuadro 3.12: Componentes principales de la tarjeta de adquisición

Estos dispositivos son los más importantes, o aquellos que tienen un mayor peso en la tarea encomendada de alimentar la tarjeta, adquirir, transformar y enviar datos.

#### 3.3.1. Microcontrolador (PIC16F877A)

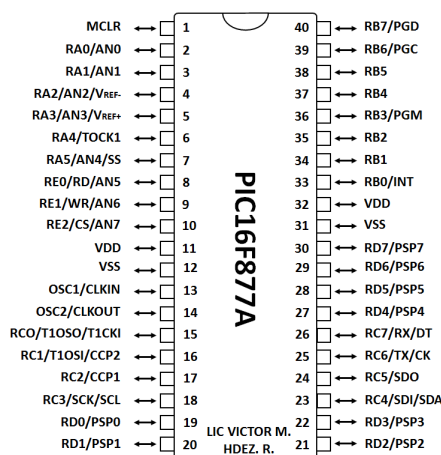


Figura 3.24: Microcontrolador PIC16F877a

La tarea encaminada hacia este microcontrolador, es convertir la señal analógica que provienen de los sensores **LEM (LV 25-P y LA 55-P)** a una señal digital,

mediante el ADC que contiene el microcontrolador (ver figura 3.24), sus especificaciones técnicas se pueden apreciar en el **anexo V**.

Posteriormente, una vez convertidos los datos, estos serán enviados a los pines (RX y TX) del microcontrolador para su transmisión mediante el protocolo RS-232.

La señal que llegará a los distintos canales del ADC del microcontrolador se reflejarán en el cuadro 3.13.

Num. de Puerto	Canal ADC	Señal transductor	Sistema
2	AN0	Voltaje ( $V_{ph}$ )	Sistema Fotovoltaico
3	AN1	Corriente ( $I_{ph}$ )	Sistema Fotovoltaico
4	AN2	Voltaje ( $V_e$ )	Aerogenerador
5	AN3	Corriente ( $I_e$ )	Aerogenerador
7	AN4	Voltaje ( $V_{BAT}$ )	Baterías

Cuadro 3.13: Puertos utilizados del ADC del Microcontrolador

### 3.3.2. Transductor de corriente LA 55-P

El transductor de lazo abierto de la empresa LEM LA 55-P, (figura 3.25) proporcionará la corriente instantánea mediante el efecto **Hall** para medir corriente DC o AC, con aislamiento galvánico entre el circuito primario y secundario.

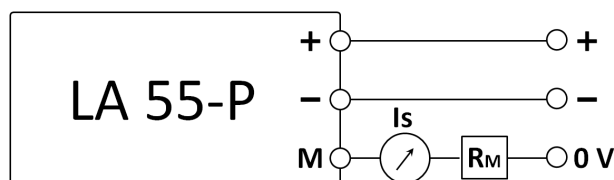


Figura 3.25: Transductor LA 55-P.

Este modelo de transductor en particular posee una salida de corriente a través del conocido Voltaje Hall, cuya relación de transformación es de 1:1000 (ver **anexo VI**), esto quiere decir que para una corriente en el primario de 1A, la corriente del secundario será de 1mA.

Para facilitar la medición de la corriente en el secundario, se debe conectar una resistencia  $R_M$  de valor conocido entre el pin indicado con la letra  $M$  y un potencial conocido, típicamente 0V (tierra), para realizar una medición indirecta de voltaje en el secundario [37], de esta manera, la medición de corriente será más segura y se podrá conocer cuánto está generando el sistema fotovoltaico aislado y el aerogenerador.

Los datos que contiene el cuadro 3.14, ayudarán a calcular la resistencia  $R_M$  y los rangos en los cuales, esté transductor de corriente entra en operación.

VARIABLES DE LA-55P	VALORES
$I_{pn}$	50 A
$I_{sn}$	50 mA
Tensión de alimentación	$\pm 15$ V
$R_M$	50 - 160 $\Omega$
Precisión	$\pm 0.65$ %
Linealidad	0.15 %

Cuadro 3.14: Datos técnicos del Sensor de Corriente LA 55-P

En este transductor, existe un mínimo y máximo voltaje de referencia y se obtiene variando los valores máximos y mínimos de la resistencia  $R_M$ , estos datos se observan a detalle a través del cuadro anterior y se pueden visualizar los cálculos a través de la ecuación (3.3) y (3.4).

$$\begin{aligned} V_{min} &= (I_{sn})(R_M) & (3.3) \\ &= (50mA)(50\Omega) \\ &= 2,5V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Max} &= (I_{sn})(R_M) & (3.4) \\ &= (50mA)(160\Omega) \\ &= 8V \end{aligned}$$

Sin embargo, estos valores de referencias no son óptimos para la medición que hace el ADC, ya que como se sabe, la señal de entrada de los distintos sistemas a medir deberá ser de 5V, por lo tanto, se necesita buscar una resistencia  $R_M$  que logre este voltaje al igual que el valor de la potencia de dicha resistencia y esto se logra a través de las ecuaciones (3.5).

$$\begin{aligned} R_M &= \frac{V_{adc}}{I_{sn}} & (3.5) \\ &= \frac{5V}{50mA} \\ &= 100\Omega \end{aligned}$$

Una vez encontrada la resistencia  $R_M$  deseada, se coloca un extremo en el pin  $M$  del transductor de corriente LA 55-P, y el otro extremo a tierra para cerrar el circuito, esta conexión se visualiza a detallé en la figura 3.25, sin embargo, a pesar de haber calculado la resistencia  $R_M$ , se necesita aplicar un voltaje simétrico de +15V y -15V en sus respectivos pines indicados con los signos  $\pm$ , este punto se aplica de igual forma para el transductor LV 25-P.

### 3.3.3. Transductor de voltaje LV 25-P

El transductor **LEM LV 25-P** con efecto **Hall** (figura 3.26), es utilizado para realizar mediciones de voltaje que van desde los 10 a 500 Volts, esto se logra a partir del aislamiento galvánico entre el circuito primario y el secundario (**ver anexo VII**).

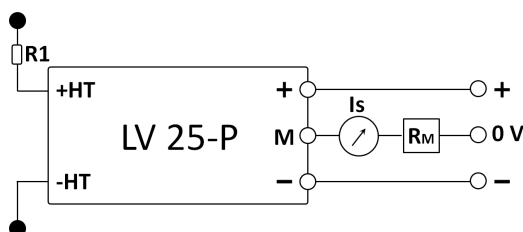


Figura 3.26: Transductor LV 25-P

Los datos que contiene el cuadro 3.15, ayudarán a calcular las distintas variables como son  $I_{sn}$ ,  $R_1$  y  $R_M$  y los rangos en los cuales este transductor de corriente trabaja.

Variables de LV 25-P	Valores
$I_{pn}$	10 mA
$V_{pn}$	10 - 500 V
$I_{sn}$	25 mA
Tensión de alimentación	$\pm 15$ V
$R_M$	100 - 350 $\Omega$
Precisión	$\pm 0.8\%$
Linealidad	0.2%

Cuadro 3.15: Datos técnicos del Sensor de voltaje LV - 25P

Existe una relación de 2500:1000 en la conversión del transductor, esto quiere decir que, la corriente del primario producirá en el secundario una corriente [37]  $I_{sn}$  y se visualiza en la ecuación (3.6).

$$\begin{aligned}
 I_{sn} &= \frac{I_{pn} * 2500}{1000} & (3.6) \\
 &= \frac{10mA * 2500}{1000} \\
 &= 25mA
 \end{aligned}$$

Antes de continuar con los distintos cálculos para las diferentes variables, se deben conocer los valores de  $V_{OC}$  de los distintos sistemas a monitorizar y estos se visualizan en el cuadro 3.16.

Sistemas a monitorizar	Valores $V_{OC}$
Módulo Fotovoltaico	22.56V
Aerogenerador	12V
Banco de Baterías	14V

Cuadro 3.16: Valores de Voc

Para realizar las mediciones de los módulos fotovoltaicos, se necesita circular una corriente proporcional de dicho voltaje, en este caso será de 22.56V, que es el voltaje  $V_{OC}$  de los módulos fotovoltaicos.

Esta corriente pasará por una resistencia externa  $R_1$ , la cual será calculada y conectada en serie con el pin del circuito primario del transductor  $+HT$  y se cerrará el circuito poniendo el pin  $-HT$  a tierra de los módulos.

Para obtener el valor de dicha resistencia se proporciona la ecuación (3.7) y sus respectivos cálculos.

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{V_{OC}}{I_{pn}} & (3.7) \\
 &= \frac{22,56V}{10mA} \\
 &= 2,256\Omega
 \end{aligned}$$

Finalmente, al igual que en el caso anterior, se necesita calcular una resistencia  $R_M$  (ver ecuación (3.8)), tal que sea el límite del valor máximo del voltaje que el ADC del microcontrolador puede soportar, en este caso será el valor de 5 Volts y al mismo tiempo la potencia de la resistencia (ver ecuación (3.9)).

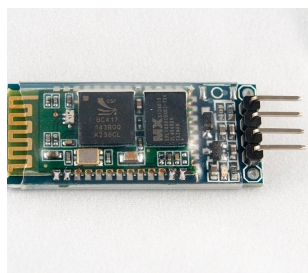
Todos estos cálculos son ocupados para calcular tanto las resistencias y potencias del aerogenerador como del banco de baterías, solo es cuestión de cambiar los valores del  $V_{OC}$  del sistema a desear.

$$\begin{aligned}
 R_M &= \frac{V_{adc}}{I_{sn}} & (3.8) \\
 &= \frac{5V}{25mA} \\
 &= 200\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{RM} &= V_{oc} * I_{pn} & (3.9) \\
 &= (22,56V) * (225,6mA) \\
 &= 0,564W \\
 2(P_{RM}) &= 1,128W
 \end{aligned}$$

### 3.3.4. Módulo bluetooth

El módulo bluetooth con salida serial en niveles TTL, es indispensable para la comunicación inalámbrica entre la tarjeta de adquisición de datos y la estación de monitoreo central, donde se almacenará la base de datos, la distancia máxima entre ellos se aproxima a 10 metros (aire libre). Este módulo permite al microcontrolador enviar y recibir datos seriales del adaptador bluetooth que se encuentra en el ordenador, y se logra a través del protocolo RS-232.



(a) *Módulo Bluetooth.*



(b) *Adaptador Bluetooth.*

Figura 3.27: Módulo y Adaptador Bluetooth.

### 3.3.5. Regulador de voltaje 78XX y 79XX

Los reguladores de voltaje de la gama 78XX son utilizados para limitar voltajes positivos predeterminados, en este caso se utilizarán los reguladores 7805 y 7815, ésto es con el fin de proteger a los distintos dispositivos, al igual que alimentarlos de manera óptima de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

Los reguladores de voltaje de la gama 79XX al igual que el caso anterior, son para limitar voltajes, a diferencia que estos serán negativos, el encapsulado que se utilizará será el 7915 (-15V). Tanto el 78XX y el 79XX (figura 3.28), cuentan con tres terminales (voltaje de entrada, tierra y voltaje de salida) y cada uno de ellos cuentan con una configuración diferente.

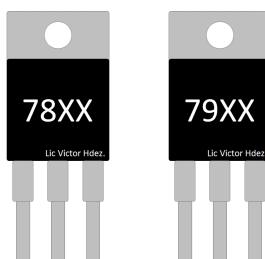


Figura 3.28: Reguladores de Voltaje 78XX y 79XX

El 7815 y 7915 serán ocupados para alimentar a los transductores LA 55-P y LV 25-P, mientras que el 7805 será para alimentar al resto de los componentes, entre los más importantes son, el microcontrolador y el módulo bluetooth.

### 3.3.6. Adquisición de datos de la tarjeta “Supervisor of photovoltaic and wind system”

Finalmente dado a conocer la función principal de todos los componentes anteriormente mencionados, se presenta el diagrama de como se adquirirán los valores de voltaje ( $V$ ) y corriente ( $I$ ). Los transductores de Voltaje (LV-25P) se conectarán en forma paralela con respecto al “Panel Solar” (señal  $V_{ph}$ ), al “Aerogenerador” (señal  $V_e$ ) y el “Banco de Baterías” (señal  $V_{BAT}$ ), es decir, entre los bornes Positivos (+) y negativos (-) de estos, esta forma de conexión es la misma que se tiene cuando se desea medir voltaje mediante un “Multímetro”, dando así lecturas precisas del voltaje que se está generando y que posteriormente se enviarán para su almacenamiento, estas lecturas serán reflejados en el pin  $M$  de los dos transductores, en niveles de Voltaje de 5 Volts máximos.

El transductor de Corriente (LA-55P), se conectará de manera serial entre las terminales positivas de los generadores de energía hacia las terminales positivas del controlador de carga; tal y cual es el caso, cuando se desea medir la corriente que pasa a través de una resistencia y que para visualizarla, se pone en serie la resistencia y el multímetro. Sin embargo, los sistemas generadores de energía limpia, producen un alto nivel de corriente continua, por lo que se tiende a utilizar transductores con efecto hall, para así evitar algún daño o peligro, tanto al usuario como a la tarjeta de adquisición de datos, es por eso que el cable de alimentación estará dando vueltas al LA-55P como si fuera un tipo de bobina, provocando una diferencia de campos magnéticos entre el transductor y la corriente generada, el resultado será la corriente que se ha generado, siempre y cuando haya una carga, ya que sin está, no habrá flujo de corriente y el transductor estará marcando niveles nulos, dicha conexión se puede apreciar en la figura 3.29.

Una vez que los transductores transforman la señal de entrada en voltaje  $DC$ , se necesita darle un límite máximo de voltaje de salida del pin  $M$ , ya que está señal ira a un Convertidor Analógico-Digital (ADC) que está integrado al microcontrolador (ver anexo V) y como se sabe el ADC del microcontrolador solo llega a convertir valores de 0 - 5 volts, por esta razón el valor máximo que entregaran los transductores será de 5 Volts y eso se logra al modificar la resistencia  $R_M$ , toda esta información se vio a detalle en las secciones anteriores.

Al llegar las diferentes señales al ADC del microcontrolador, hace las respectivas operaciones para entregar un valor muy cercano a la señal de entrada, ya sea voltaje o corriente, es decir, si el voltaje de entrada es de 20 Volts, el valor que obtendrá el pin  $M$  del transductor de voltaje, será de 5 Volts, con el fin de no dañar el ADC y que el microcontrolador pueda hacer lecturas eficientes y las propias operaciones establecidas en su código (Apéndice III) .

Las operaciones que se realizarán dentro del microcontrolador serán la de leer la información que tiene el ADC y multiplicarla por un factor de proporcionalidad, que se obtiene de la división del valor real del sistema a monitorizar y del valor de

255, este proceso es para simular que la misma medición que se hace con un multímetro es la misma o similar a la resultante de estas operaciones.

Una vez realizadas las operaciones y obtenidos los valores, se tienden a enviar mediante una comunicación inalámbrica a través del protocolo RS-232 y para lograr esa comunicación serial, será a través de una comunicación entre Módulo y adaptador Bluetooth.

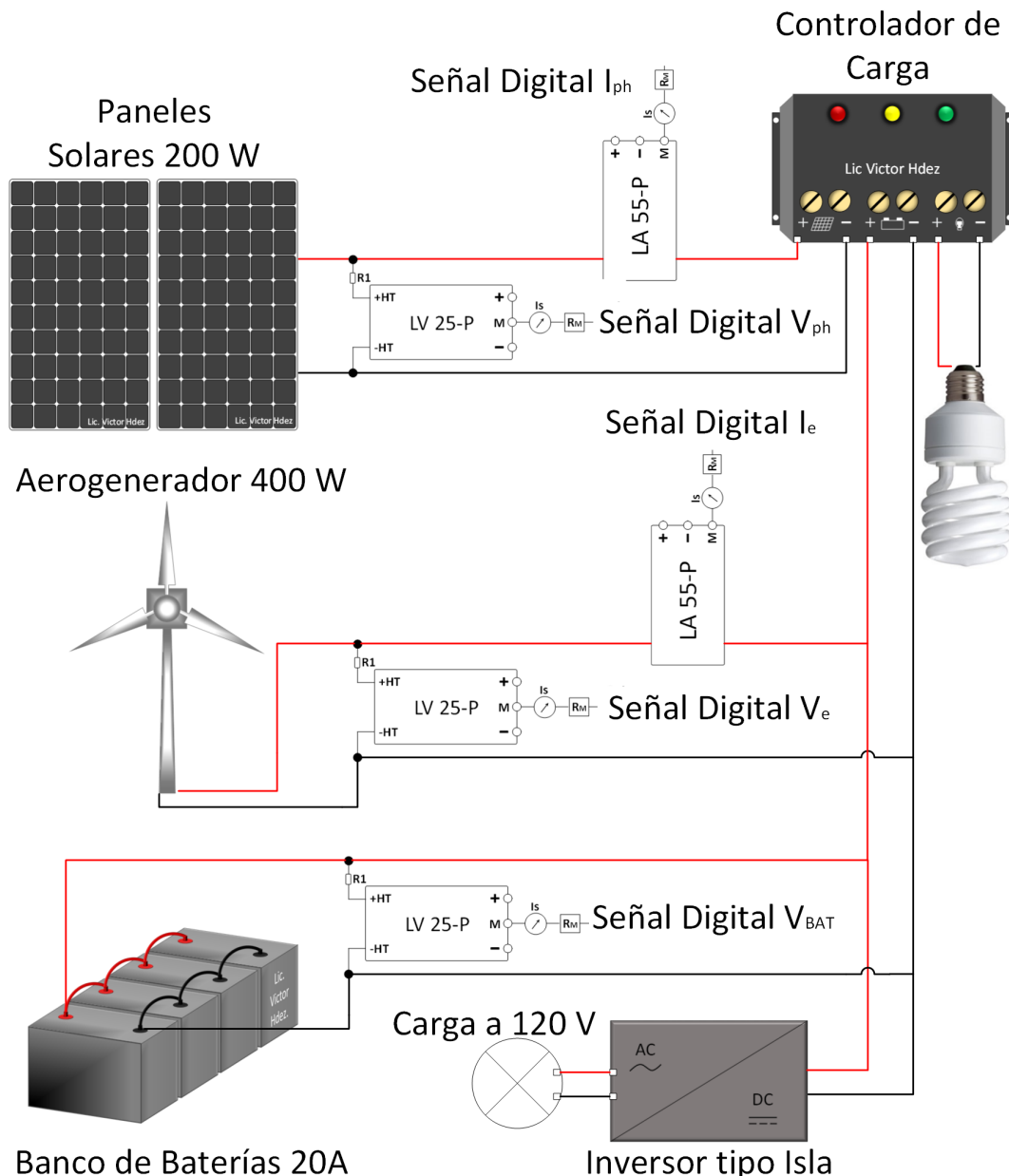


Figura 3.29: Conexión de los transductores LA-55P y LV-25P

El módulo bluetooth se encontrará ubicado en la propia tarjeta de adquisición de datos, mientras que el adaptador bluetooth estará conectado a un puerto USB que contiene el ordenador, el cual, tiene que tener la interfaz creada, para que esté pueda

recolectar los datos convertidos en una nueva base de datos y así poder visualizar la información en forma de gráficas en una pantalla independiente, todo este proceso se aprecia en la figura 3.30.

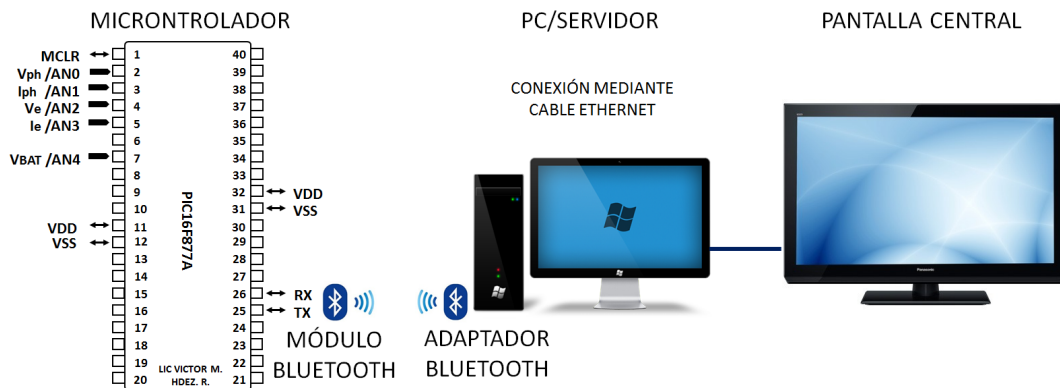


Figura 3.30: Recepción y envío de información

Para adquirir dichos datos, la interfaz creada, manda caracteres especiales (ver el cuadro 3.13) al microcontrolador, cuando estos caracteres son interpretados por el mismo, selecciona el canal de ADC configurado para ese carácter dedicado, procesa la información y la manda por su puerto “RX y TX” mediante el módulo bluetooth.

### 3.3.7. Diseño del prototipo

El prototipo de la tarjeta de adquisición de datos inalámbrica, “Supervisor of photovoltaic and wind system”, está basada en una comunicación serial inalámbrica, mediante el protocolo RS-232, a través del módulo bluetooth, como también, la conversión de las señales analógicas a digitales provenientes de los transductores de voltaje y corriente mediante un microcontrolador.

Todas las entradas analógicas han sido precondicionadas para trabajar en un rango de voltaje superior y estandarizado de 0-5 volts, para así no dañar el ADC que contiene el microcontrolador.

Para que esta tarjeta pueda funcionar, se necesitan hacer tres fuentes con diferentes valores, las primeras dos serán de  $\pm 15V$  y alimentarán a los distintos transductores de voltaje y corriente, mientras que la tercera proporcionará una corriente de 5 volts, a todos los componentes que complementan a la tarjeta de adquisición (microcontrolador, módulo bluetooth, capacitores, etc.), su diagrama se puede observar en la figura 3.31

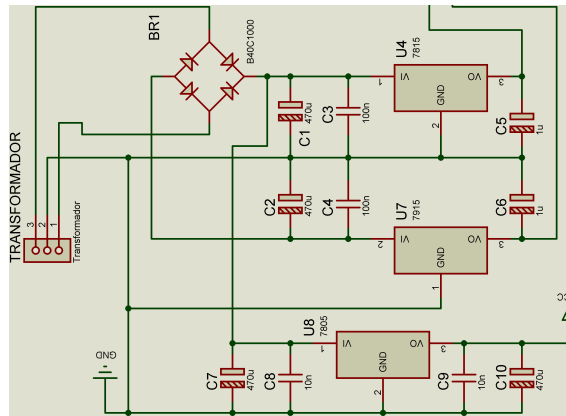


Figura 3.31: Fuente

Una vez energizada la tarjeta de adquisición de datos, se procede a la etapa de adquisición y envío de datos, todo este proceso lo realiza el microcontrolador, el cual recibe la señal de entrada, procedentes de los transductores LV-25P y LA-55P y que finalmente, enviará la señal de salida mediante un módulo bluetooth. Adicionalmente se agregó un diodo schottky para evitar algún daño a la tarjeta, la configuración de todos estos componentes se observan en la figura 3.32.

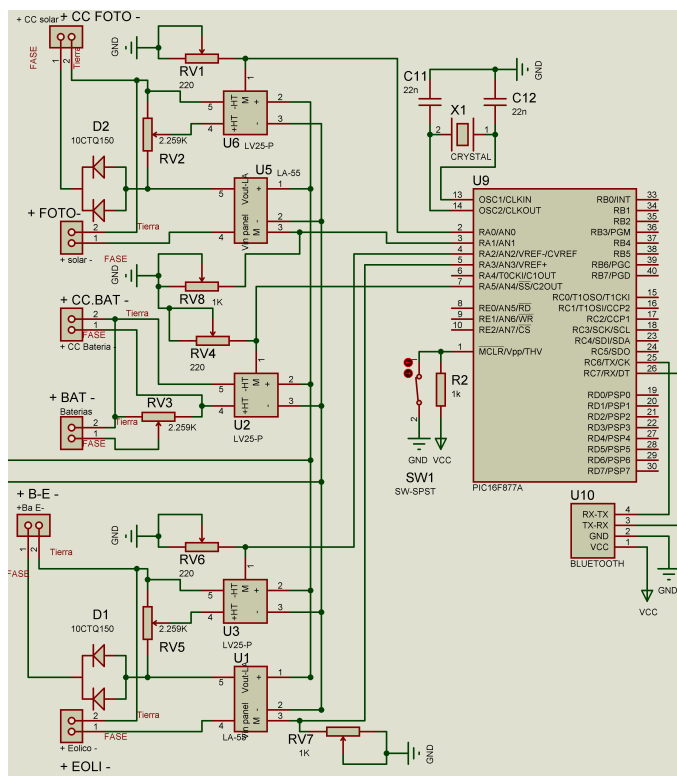


Figura 3.32: Esquema de adquisición y envío de datos

Uniendo los dos esquemas anteriores se forma un nuevo diseño, el cual trata de ocupar el menor espacio entre los componentes, logrando así una distribución de 10cm X 15cm, el diseño final se presenta en la figura 3.33).

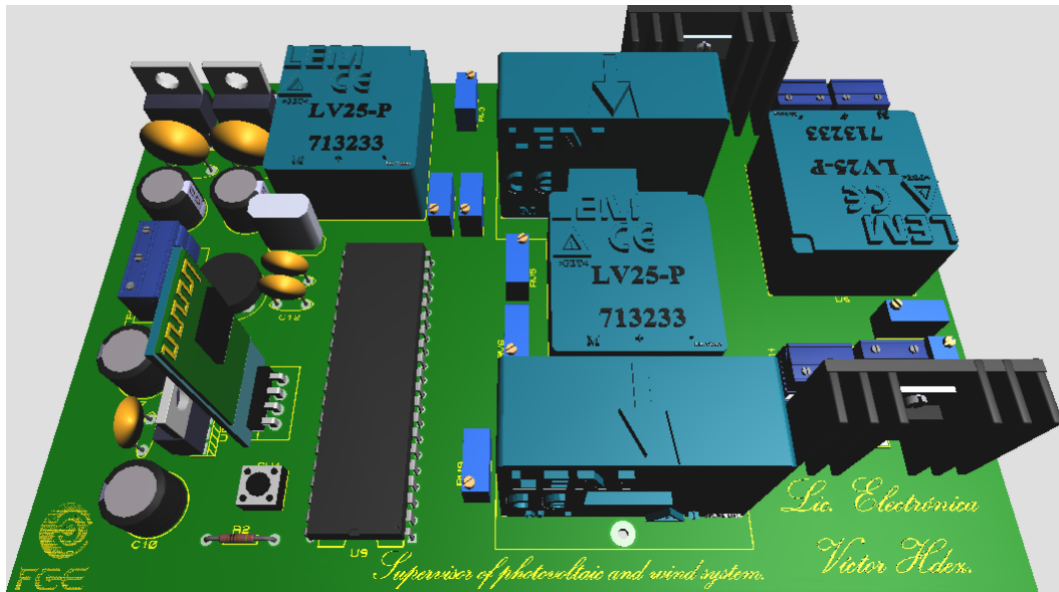


Figura 3.33: Diseño del prototipo

Una vez logrado el diseño y sus respectivas correcciones, se realizó el prototipo físico final (figura 3.34) con dichas medidas y componentes anteriormente mencionados, el esquema completo se muestra en el Anexo II.

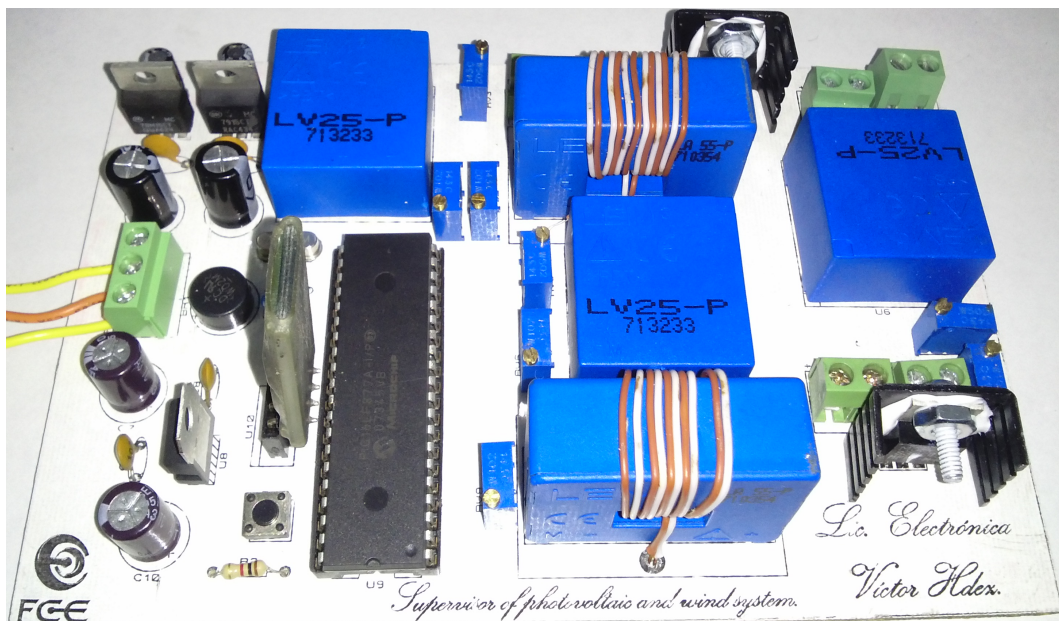


Figura 3.34: Tarjeta Final

Finalmente para resguardar la tarjeta de adquisición de datos, se fabrica una cubierta a través de una impresora 3D, el diseño se realizó mediante el programa Solid Works 2013, el producto final se visualiza en la figura 3.35.

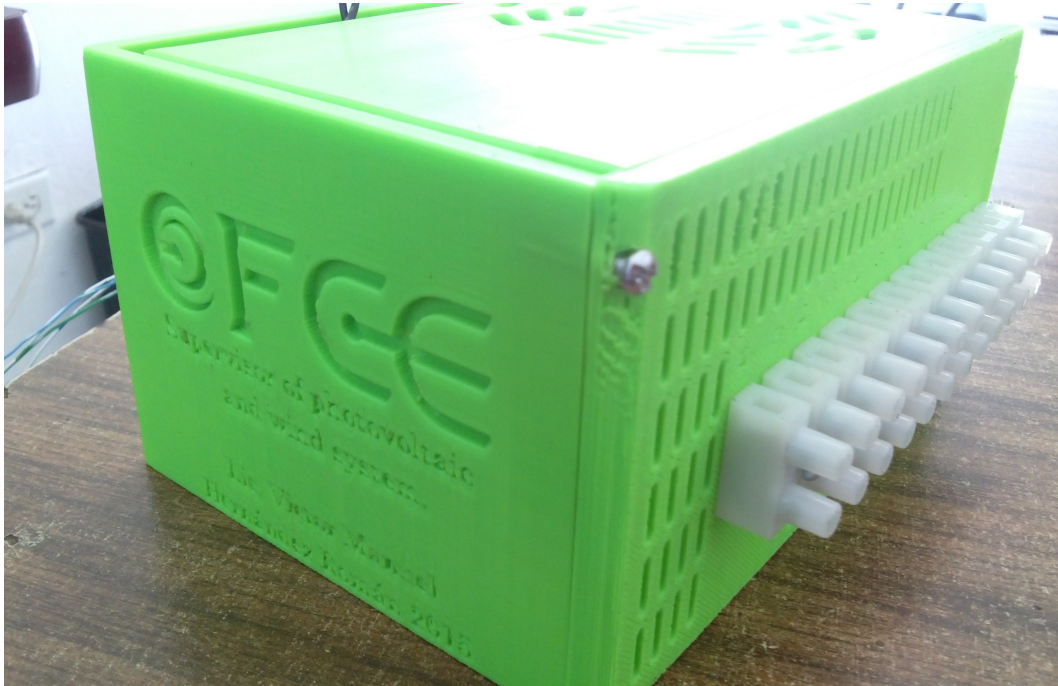


Figura 3.35: Producto Final

### 3.3.8. Pruebas

Finalizada la creación del prototipo, la implementación del código para el microcontrolador y el software para el almacenamiento de la información, se procede a conectar la tarjeta de adquisición de datos, al sistema híbrido aislado, respetando siempre los bornes dedicados cada sistema.

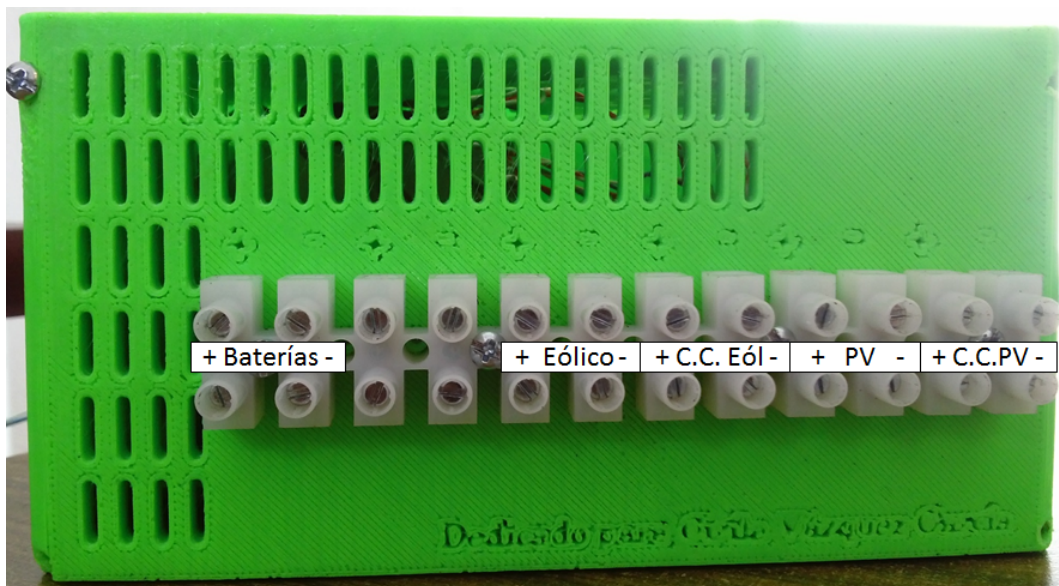


Figura 3.36: Bornes establecidos

En primera instancia, los primeros bornes (Baterías) que se muestran en la figura 3.36, están dirigidos hacia la medición de voltaje que tiene almacenado el banco de baterías, el siguiente espacio (Eólico)(C.C. Eól), es para conocer el voltaje del aerogenerador y la corriente de él y finalmente el tercer apartado (PV)(C.C. PV), es para saber el voltaje del módulo fotovoltaico y su corriente, a continuación se mencionará la forma de como conectarlos hacia el sistema aislado.

### Banco de baterías

Para poder saber cuanto voltaje tiene almacenado el banco de baterías solo es necesario conectar el positivo y negativo del banco de baterías con los bornes positivos y negativos de la caja de la tarjeta de adquisición de datos, en este caso serán los conectores “Baterías”. Una vez conectados, la tarjeta empieza a adquirir y mandar los datos al software creado mediante una comunicación inalámbrica vía bluetooth, es aquí donde la interfaz muestra los datos en tiempo real, para comprobar su exactitud, se comparan los datos adquiridos, contra la medición de un multímetro de la marca “Fluke” modelo “87”.

Se puede observar claramente que en la figura 3.37(a) el multímetro marca el voltaje de 12.32V, mientras que el voltaje que es visualizado en la pantalla y adquirido mediante la tarjeta de adquisición de datos (figura 3.37(b)), es de 12.29V, provocando así, que tenga un rango de error del 3% (0.03V).



(a) *Medición de voltaje de baterías.*

(b) *Datos de Batería.*

Figura 3.37: Comparativo de valores del banco de baterías.

Para comprobar el porcentaje de error que se mencionó anteriormente, se realizaron varias mediciones, las cuales, se pueden ver mediante el cuadro 3.17 y el resultado de ellas se muestra en la figura 3.38.

Multimetro Fluck	Tarjeta de Adquisición
12.32 V	12.29V
12.32 V	12.29V
12.33 V	12.30V
12.32 V	12.29V
12.32 V	12.29V
12.32 V	12.29V
12.33 V	12.30V
12.33 V	12.30V
12.32 V	12.29V
12.32 V	12.29V

Cuadro 3.17: Voltajes DC obtenidos del banco de baterías

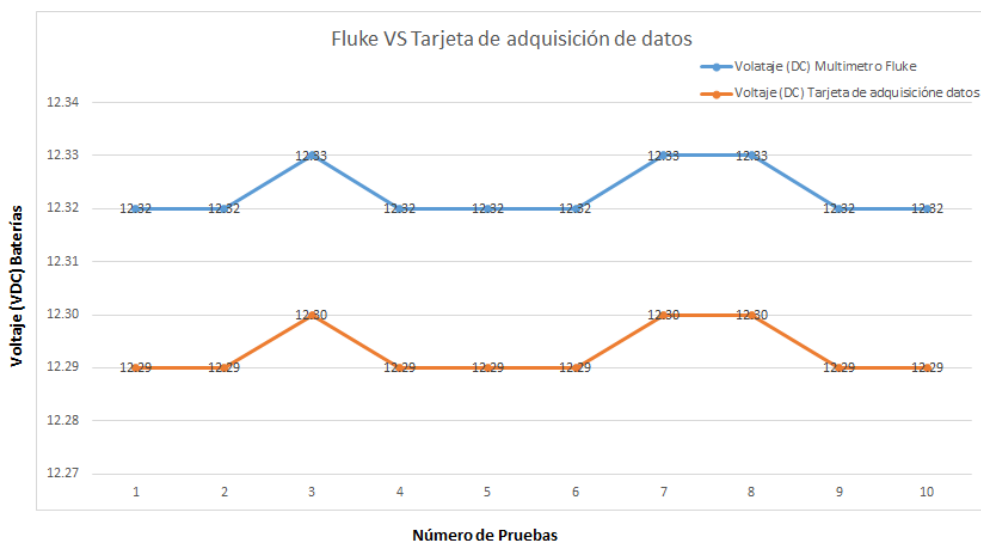


Figura 3.38: Comparativo de voltaje obtenido de las baterías

### Aerogenerador

Al igual que en el anterior caso, se necesitan ubicar la conexión positiva y negativa del apartado “Eólico”, y de la misma manera el “C.C. Eól”. El primer apartado mencionado, se conectará directamente a las terminales positivas y negativas del aerogenerador, mientras que el segundo, se unirá al controlador de carga, esto es con el fin de poder cerrar el circuito y visualizar numéricamente, cuanta corriente esta pasando por este conducto.

Sin embargo, el aerogenerador que se tiene instalado, no puede hacer un movimiento de rotación de sus hélices, debido a su poca altura y falta de mantenimiento, provocando un punto desfavorable para la demostración, sin embargo cuando este gira, lo hace de manera escasa, logrando así obtener valores que van desde los milivolts (mV) hasta los 5 Volts.

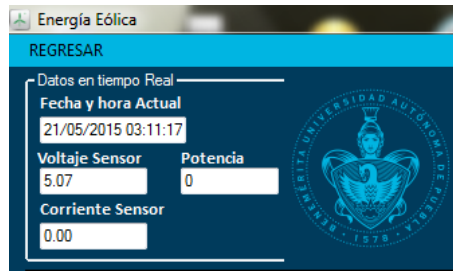


Figura 3.39: Datos del aerogenerador

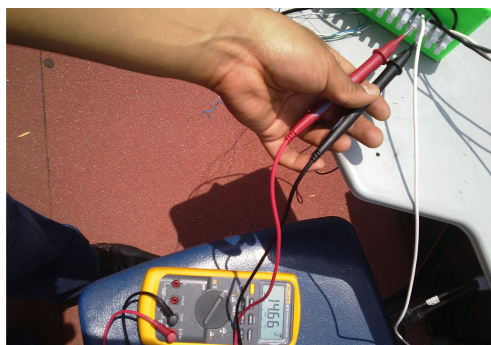
En la figura anterior (3.39) se muestra un valor de  $5.07V$  que es el valor máximo obtenido hasta el momento, no se visualiza la corriente ya que está, esta en niveles de mili amperes ( $mA$ ) y no puede adquirirlo el transductor de corriente; no se hizo un comparativo con el multímetro, ya que no es constante la velocidad del viento, provocando desniveles de voltaje al compararlos.

### Fotovoltaico

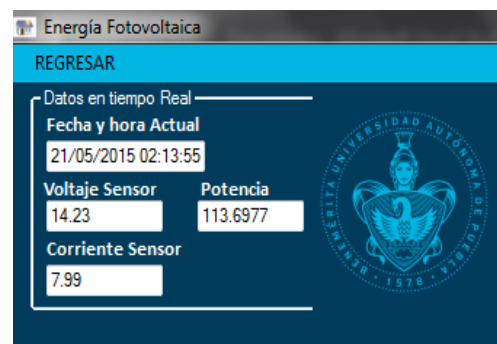
Para conectar las uniones del modulo fotovoltaico, se sigue el mismo procedimiento que el “Aerogenerador”, solo que los bornes a utilizar son los de “PV” para el módulo fotovoltaico y “C.C. PV” para el mismo controlador de carga donde se conectó el “C.C. Eól”, para no utilizar mas cable, se hace un puente entre estas terminales. Culminada la conexión, se encamina hacia la plataforma creada (figura 3.40(b)) y se visualiza que la potencia alcanzada es de  $113.69W$  y viene dada de la multiplicación de  $14.23V$  y  $7.99A$ .

Seguidamente de este paso, se pasa a medir físicamente el voltaje del módulo fotovoltaico mediante el multímetro y la medición que brindó fue de  $14.66V$ , tal y cual se puede visualizar mediante la figura 3.40(a).

Comparando los dos voltajes resultantes, se puede decir que la tarjeta de adquisición de datos tiene un rango de error de  $43\%$  ( $0.43V$ ), un poco mas elevado que el rango de error que el del banco de baterías.



(a) Medición de voltaje del Panel.



(b) Datos del panel solar.

Figura 3.40: Comparativo de valores del módulo fotovoltaico.

Y al igual que el banco de baterías, se realizarán pruebas para reafirmar este porcentaje de error y se pueden observar mediante el cuadro 3.18 y la figura 3.41.

Multimetro Fluke	Tarjeta de Adquisición
14.66 V	14.23V
14.66 V	14.23V
14.66 V	14.23V
14.66 V	14.23V
14.69 V	14.24V
14.66 V	14.23V
14.66 V	14.23V
14.67 V	14.23V
14.67 V	14.24V
14.66 V	14.23V

Cuadro 3.18: Voltajes DC obtenidos del panel fotovoltaico

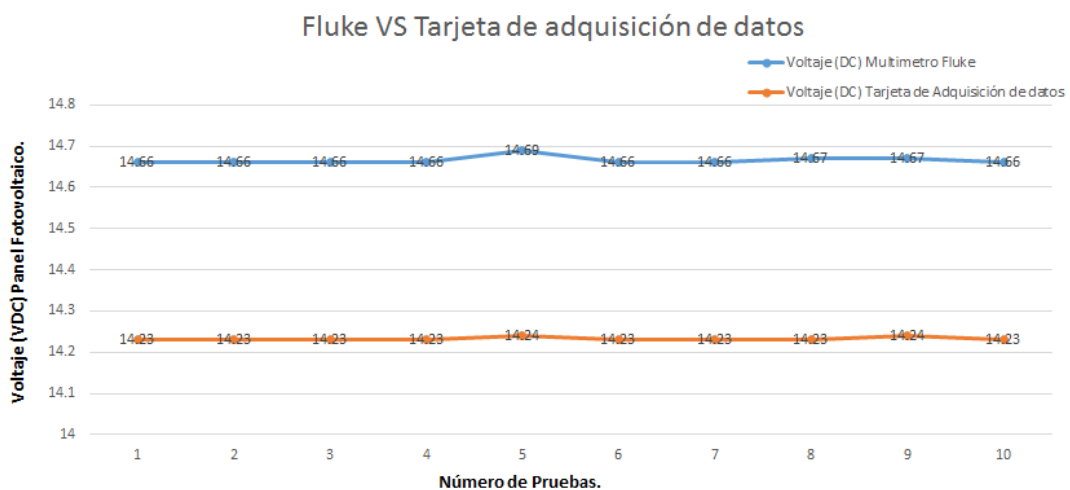


Figura 3.41: Comparativo de voltaje obtenido del panel fotovoltaico

### Medición del punto de máxima potencia

Concluidas las anteriores pruebas, se realizará una ultima prueba hacía los paneles solares, y esta es, la del punto de máxima potencia (PMP), dichas prueba, sólo serán para uso didáctico, y por lo tanto, los valores obtenidos representan un caso particular, ya que como se sabe, para poder calcular el PMP, se requieren de condiciones atmosféricas constantes y precisas, como también, la temperatura de las celdas y las cargas eléctricas, que deben de pasar de alta a baja impedancia, en un lapso muy rápido, al igual que un instrumento de medición, en este caso en particular, se necesitaría un trazador de curvas, ya que permite obtener las curvas

características.

Sin embargo, como la tarjeta “Supervisor of photovoltaic and wind system” puede obtener los valores de voltaje, corriente y potencia que están siendo generados, se puede hacer una estimación de estas curvas.

Para obtener esta información, se crea una nueva interfaz, donde la información será adquirida cada segundo y resguardada en una nueva base de datos (ACCESS), esta información se visualizará en forma de gráficos y variarán con respecto al tiempo, para obtener las distintas gráficas de  $I - V$ ,  $P - V$  y  $P - I$  se apoyará mediante el software Matlab ©, donde se realizarán gráficos de dispersión (XY).

Para encontrar el PMP, se debe de poner el voltaje en circuito abierto ( $V_{oc}$ ) y la corriente en corto circuito ( $I_{sc}$ ), para lograr dichas condiciones, existen distintas maneras de llegar a estos parámetros, sin embargo solo se mencionarán dos, la primera es el uso de un circuito RC, que conjunto a un amplificador operacional, se puede determinar la corriente y el voltaje en un intervalo de tiempo relativamente corto y poder visualizar las curvas  $I - V$  mediante un osciloscopio, la segunda, es a través de una resistencia de potencia variable, es decir, un “Reostato” (figura 3.42(a)), ya que éste regula la intensidad de la corriente, controlando la energía que pasa a la carga y éste elemento se debe encontrar en el rango de ohms ( $\Omega$ ).

Como lo que se busca es que sea interactivo y fácil de implementar en la tarjeta, se opta por la opción del reostato, por lo que se tiende por buscar un valor de la resistencia mínima y máxima, que se requieren para operar a escala completa de la curva  $I - V$ , dichos valores se calculan a través de las ecuaciones 3.10 y 3.11.

$$R_{min} = \frac{V_{oc}}{4 * I_{sc}} \quad (3.10)$$

$$= \frac{(22,56V)}{4(5,94A)}$$

$$= \frac{(22,56V)}{(23,76A)}$$

$$= 0,9494\Omega$$

$$= 0,9494\Omega$$

$$R_{max} = \frac{4 * V_{oc}}{I_{sc}} \quad (3.11)$$

$$= \frac{4(22,56V)}{5,94A}$$

$$= \frac{(90,24V)}{(5,94A)}$$

$$= 15,1919\Omega$$

$$= 15,1919\Omega$$

Una vez obtenidos los valores de la resistencia a los que se van a operar, se procede a colocar el reostato en forma paralela a los bornes “C.C.PV” (carga) de

la tarjeta de adquisición de datos y el apartado “PV” que esta dedicado para los paneles solares, se conecta su positivo y negativo del mismo, establecida la conexión, solo es cuestión de girar el reostato a una velocidad considerable, que va de los  $15.19\Omega$  a  $0.9494\Omega$ .

También es necesario medir la radiación solar, la temperatura ambiente y la temperatura de los paneles solares, esto es con el fin de saber que variables pueden estar a favor o en contra de las medición realizadas, dichas variables se midieron a través de instrumentos de medición, como es: el medidor de radiación solar (Solar Power Meter) de la marca “AMPROBE” modelo “SOLAR-100”, el cual, medirá la radiación solar que es recibida por los paneles solares, un multímetro de la marca “BK Precision”, que medirá la temperatura ambiente en  $^{\circ}\text{C}$  y finalmente una pistola infrarroja (Digital Laser Thermometer) de la marca “Mastergrip”, que medirá la temperatura en  $^{\circ}\text{C}$  que poseen los paneles solares, las variables se pueden observar en el cuadro 3.19 así como en la figura 3.42(b).

Variables	1:30 p.m.
Radiación solar	$1132 \text{ W}/\text{m}^2$
Temperatura ambiente	$29.2^{\circ}\text{C}$
Temperatura del módulo FV	$53.2^{\circ}\text{C}$

Cuadro 3.19: Variables de temperatura y radiación solar



(a) Reostato de  $50 \Omega$ .



(b) Temperatura y radiación solar.

Figura 3.42: Reostato e instrumentos de medición

Al mismo tiempo que se obtienen estas variables, se procede a adquirir los datos de las curvas características y como se mencionó anteriormente, se logra mediante el movimiento del reostato, los datos descargados se pasan a Matlab y se obtienen las curvas  $I - V$  (figura 3.43),  $P - V$  (figura 3.44) y  $P - I$  (figura 3.45).

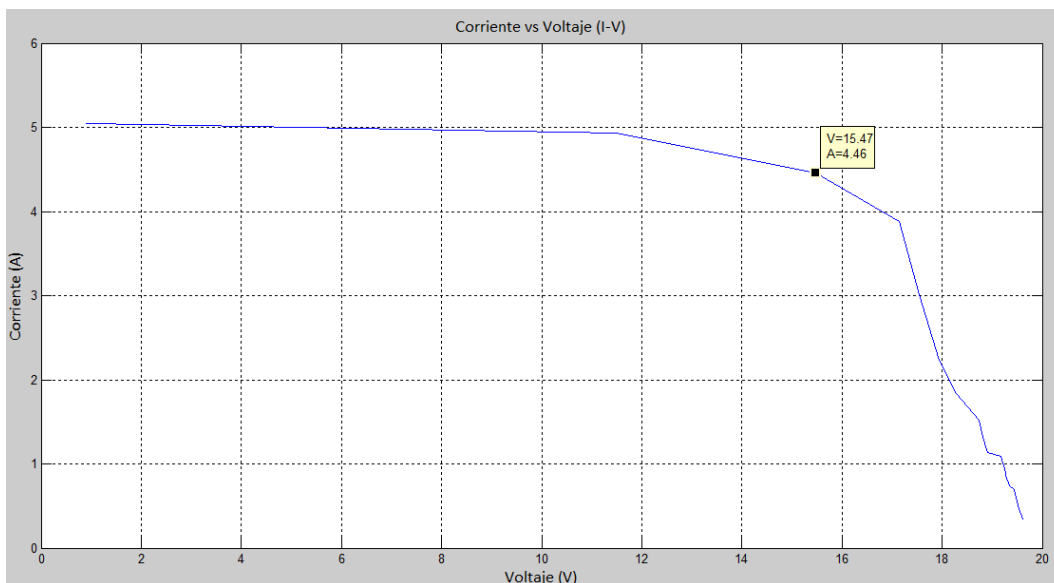


Figura 3.43: Gráfica I-V.

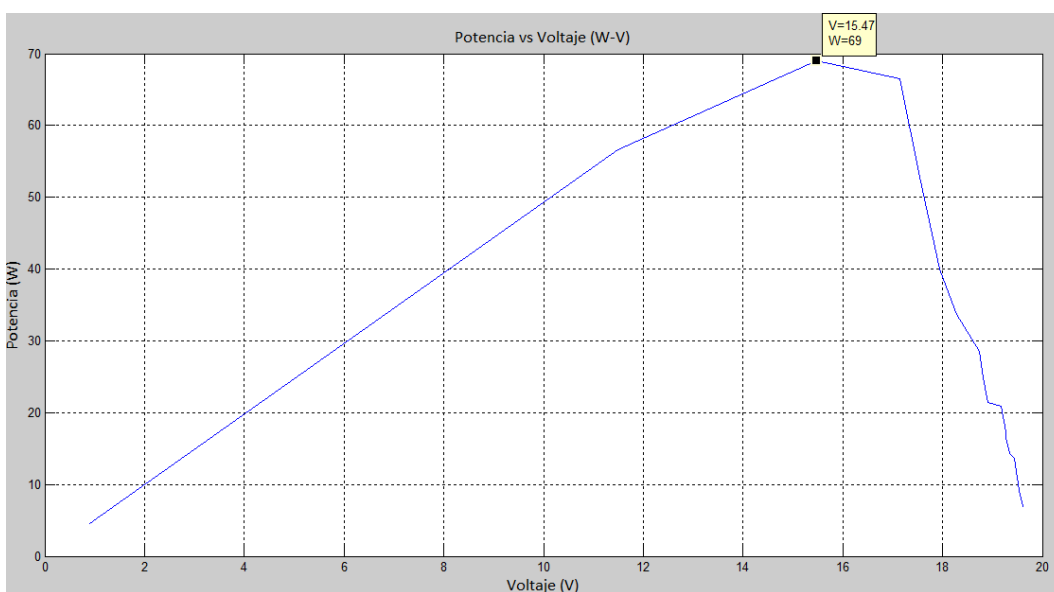


Figura 3.44: Gráfica P-V.

Los puntos máximos que se obtuvieron de las distintas gráficas se pueden visualizar en el cuadro 3.20.

<b>I-V</b>	<b>P-V</b>	<b>P-I</b>
4.46A - 15.47V	69W - 15.47V	69W - 4.46A

Cuadro 3.20: Puntos máximos de las gráficas I-V, P-V y P-I

Mediante los datos recabados por la tarjeta de adquisición, indica que el valor más alto de la corriente que fue obtenido, es de 5.05A y el menor fue de 0.35A,

mientras que el voltaje más alto fue de 19.62V y el menor de 0.88V, dichos datos se pueden visualizar, desde que comienza la gráfica hasta que finaliza la misma.

Con estas gráficas se puede concluir que el punto máximo de transferencia de potencia, se encuentra ubicado la figura 3.44, con los valores de 69W - 15.47V

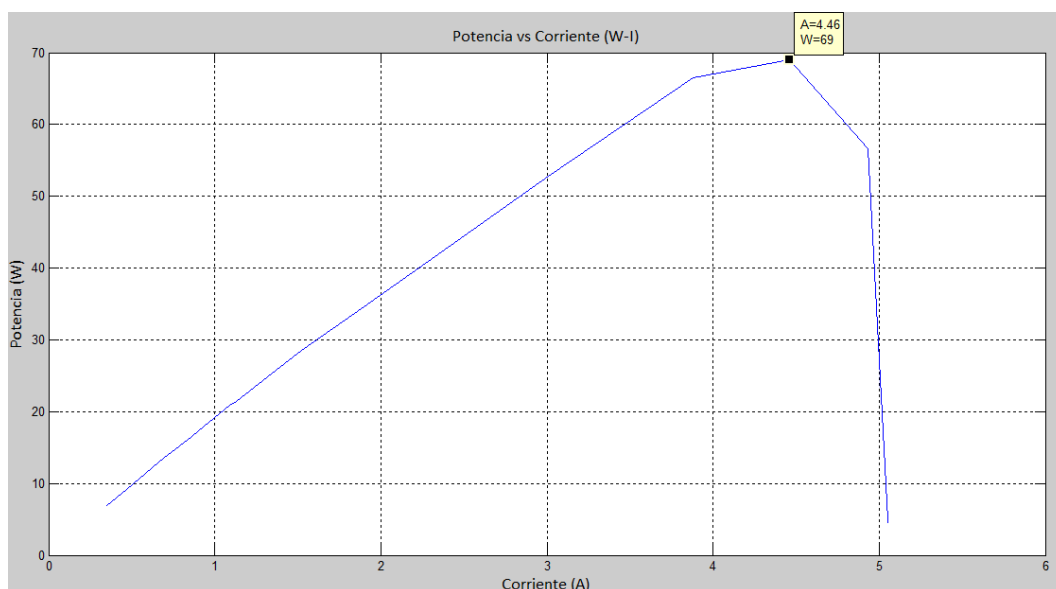


Figura 3.45: Gráfica P-I.

### 3.4. Diseño y desarrollo de la página Web

Una vez adquiridos los datos y alojados en una base de datos, se procede a realizar un código para la creación de una página web, la cual tendrá un formato simple pero elegante, la figura 3.46 es el reflejo de la programación en Visual Studio 2013 ©, mediante el lenguaje HTML y su código se aporta en el Apéndice IV .

La finalidad de crear esta pagina web, es no depender de servidores y servicios externos, ya que en un momento dado, la empresa que nos brinda estas utilidades gratuitamente, podrían llegar a cobrar el servicio ó en su caso deshabilitarlos.

También se creó dicha página web; para fortalecer y ser parte del tan mencionado “Internet de las Cosas” (IdC) [46], ya que es aquí , donde los transductores de corriente y voltaje con que cuenta la tarjeta “Supervisor of photovoltaic and wind system” toman relevancia, ya que estos en cierta forma quedan conectados a internet a través de redes fijas e inalámbricas, haciendo así que el ordenador sea parte de esta red.

Así como la red del “internet de las cosas” abarca varios rubros como son las

casas inteligentes, el internet de la salud, el internet de la logística, el internet de los consumidores, etc. también existe un rubro donde entra esta tesis y es en la del “Internet del Medio Ambiente” ya que a través de una smart grid [47] se pueden detectar distintos escenarios para el ahorro y venta de energía que se obtienen de los sistemas generadores de energía limpia, en este caso particular, los módulos fotovoltaicos y aerogeneradores.



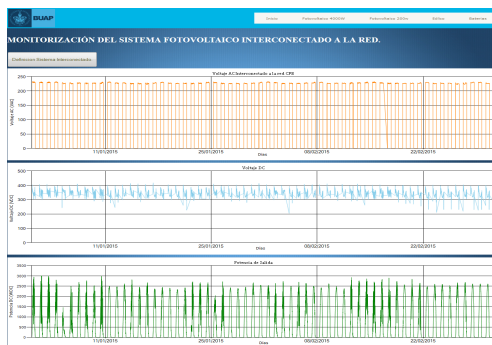
Figura 3.46: Página Web

En esta página web, se monitorizan los sistemas de energías renovables, que en capítulos y secciones anteriores fueron mencionados. La página web se actualizará cada cinco minutos, el por qué escoger este intervalo, es debido, a que el “*Datalogger Web*” adquiere valores cada cinco minutos y es en ese intervalo donde se descargan a la base de datos creada.

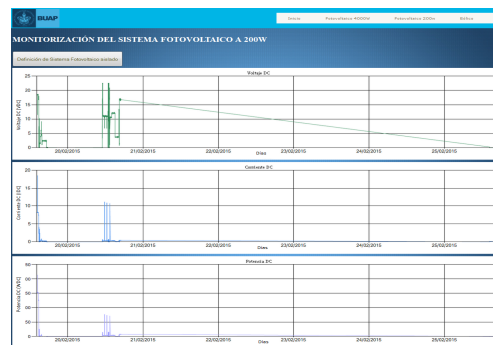
La página web constará de los siguientes elementos y se visualizan en las figuras 3.47 y 3.48.

- **Página principal:** Brindará una breve reseña con el fin de motivar al estudiante de Ingeniería en Energías Renovables y comprender de manera visual como es el rendimiento de un sistema de energía renovable (figura 3.46).
- **Monitorización del sistema interconectado a la red 3.18 kWh:** Este espacio, esta encaminado hacia el Sistema Interconecado a la red, el cual brindara de manera gráfica, la producción de Voltaje *DC* y la transformación de Voltaje y Potencia en *AC*.
  - **Definición de un sistema interconectado a la red:** Mostrará una breve descripción de lo que es un sistema interconectado a la red y de los elementos que necesita para que entre en operación.

- **Monitorización del módulo fotovoltaico de 200 Wp:** Los datos obtenidos mediante la tarjeta de adquisición de datos “*Supervisor of photovoltaic and wind system*”, Se visualizarán a través de tres gráficas (Voltaje DC, Corriente DC y Potencia DC) y su actualización será de cinco minutos
  - **Definición de un sistema fotovoltaico aislado:** Se brindará una breve definición acerca de este sistema.
- **Monitorización del sistema eólico de 400 Wp:** Es el mismo proceso que presenta el apartado “Monitorización del módulo fotovoltaico a 200 Wp”.
  - **Definición de un sistema eólico:** Se brindará una breve definición acerca de los aerogeneradores.
- **Monitorización del Banco de Baterías:** El dato obtenido por la tarjeta de adquisición de datos se vera reflejado a través de una gráfica de Voltaje DC.
  - **Definición de un Banco de Baterías:** Se brindará una breve descripción acerca de las baterías de ciclo profundo.

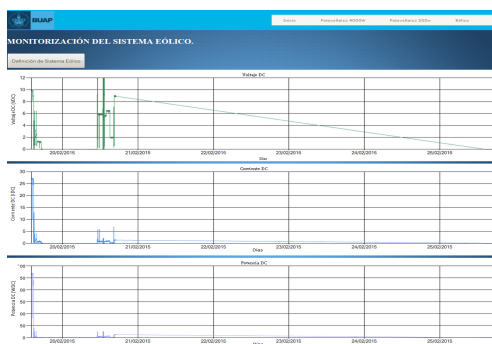


(a) Página “Fotovoltaico 3.18 kWh”.



(b) Página “Fotovoltaico 200w”.

Figura 3.47: Vistas del sistema interconectado a red y del sistema fotovoltaico aislado



(a) Página “Eólico”.



(b) Página “Baterías”.

Figura 3.48: Vistas del sistema eólico y banco de baterías

### 3.5. Estación de monitoreo central

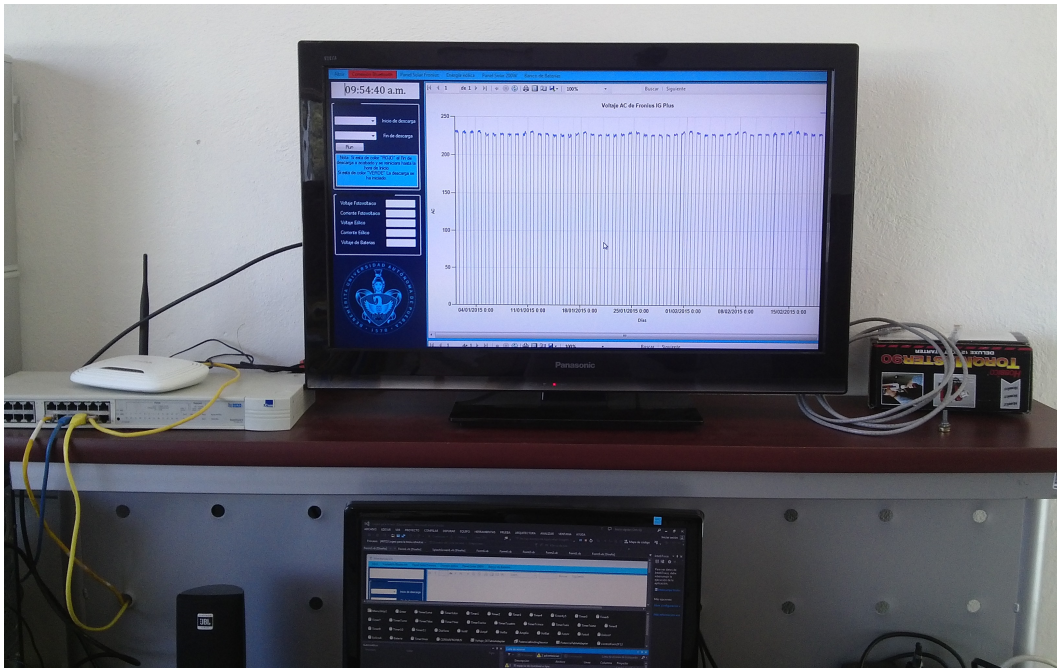


Figura 3.49: Estación de monitoreo central

Como se aprecia en la figura 3.49, existe un monitor de una PC y una pantalla de televisión, en la primera se ejecutarán todos los eventos que hace el mouse y el keyboard, es decir abrir y cerrar procesos, lo cual, si un usuario viese esto no sería vistoso para él, sin embargo, en la pantalla se mostrará el software creado sin ningún evento del mouse o keyboard, sólo que cuando se provoquen dichos eventos, la pantalla se minimizará dando a conocer que se esta produciendo algún proceso, pero al acabar estas sentencias, la aplicación se maximizará provocando que el mouse y el teclado puedan volver a ser utilizados.

También se puede observar, que para mandar la información a la página web, se necesita de un Hub que este conectado a un nodo de internet como a los conectores del PC/Servidor y del Datalogger Web, para así lograr una actualización de los datos cada cinco minutos.

En general, “La estación de monitoreo central” es el conjunto de la recepción de la información proveniente del “Datalogger Web” como de la tarjeta “Supervisor of photovoltaic and wind system”, así como el envío de esta información a una página web.

### 3.6. Propuesta de un demostrador de energías renovables

Actualmente, muchas instalaciones industriales o académicas, cuentan con conexiones Bifásicas (220 VCA) o Trifásicas (440 VCA), esto es debido a la demanda de corriente que necesitan los distintos aparatos o máquinas industriales.

También a partir de de estas conexiones, se puede derivar una conexión monofásica y ubicarlas a lo largo y ancho del inmueble para así conectar múltiples aparatos electrónicos con un voltaje alterno de 120 VCA.

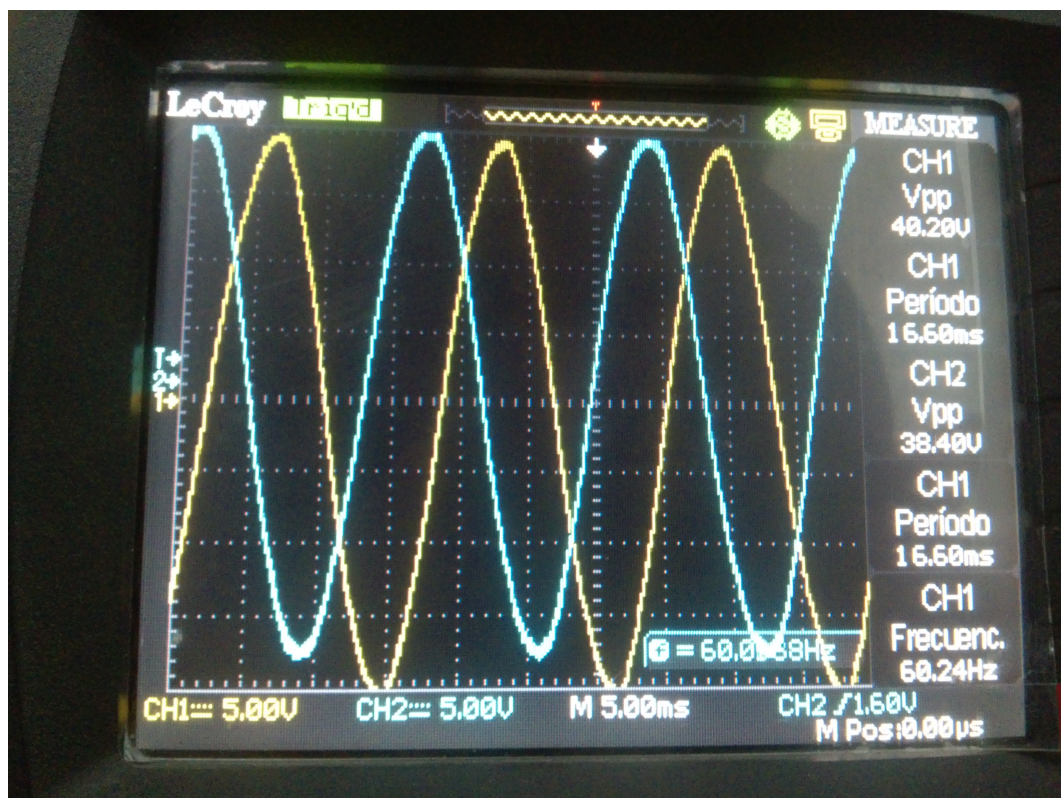


Figura 3.50: Onda senoidal bifásica

Un ejemplo claro de la conexión bifásica, es la señal que brinda el sistema fotovoltaico interconectado a la red, que se encuentra en la facultad de electrónica, la señal se obtuvo a través de un osciloscopio de la marca “LeCroy”, donde las dos puntas atenuadoras se conectaron en las dos fases del sistema interconectado con su respectiva tierra, la señal que se obtuvo es la que se muestra en la figura 3.50.

Un dato relevante que se desea muchas veces encontrar en las diferentes conexiones es la potencia, y esto se logra mediante ecuaciones predeterminadas. Para determinar la potencia de un sistema monofásico, basta con obtenerla mediante la ecuación 3.12, para un sistema monofásico se utiliza la ecuación 3.13 y finalmente para uno trifásico se utiliza la ecuación 3.14

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos}\phi \quad (3.12)$$

$$P = Vf \cdot I \cdot 2\text{Cos}\phi \quad (3.13)$$

$$P = VI \cdot I \cdot 1,732 \cdot 2\text{Cos}\phi \quad (3.14)$$

Donde  $P$  es la potencia,  $V$  es el voltaje,  $Vf$  es el voltaje entre fase y neutro y  $VI$  es el voltaje entre fases,  $I$  es la corriente y  $\text{Cos}\phi$  es el factor de potencia.

Una vez que se conoce la potencia de cada sistema, se puede determinar las sobrecargas de líneas de las diferentes instalaciones, ya que es común que algunas instalaciones monofásicas, derivadas de las instalaciones trifásicas o bifásicas, estén sobrealimentadas, provocando así, que la Comisión Federal de Electricidad realice un cobro por el excedente, por tal motivo se plantea una propuesta para estabilizar alguna de las líneas de alimentación que estén sobrecargadas, y así disminuir la facturación a CFE y así mismo dar a conocer a los alumnos de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables, como corregir estos problemas de instalación.

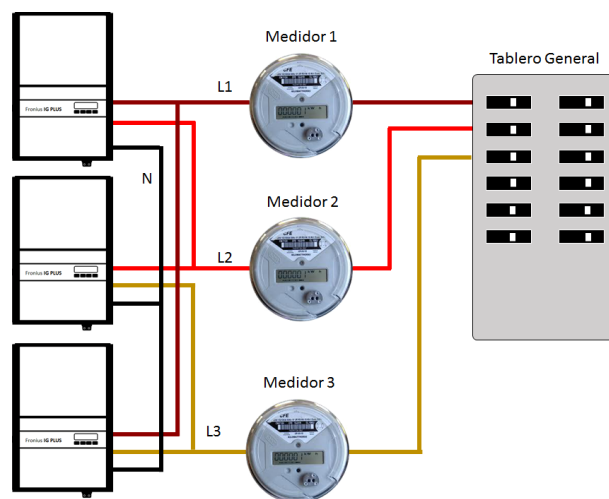


Figura 3.51: Demostrador del uso de Energías Renovables

Para solucionar este inconveniente, se propone la adquisición de dos sistemas más, igual al sistema interconectado a red (bifásico) que se encuentra en la FCE, esto es con el fin de unirlos en una configuración delta, dicha configuración unirá las diferentes señales con un desfase de  $120^\circ$  cada una, logrando así una señal trifásica, esta configuración que se propone, se visualiza en la figura 3.51.

Como se puede observar, las tres líneas que se derivan de los inversores, van directamente conectadas a los medidores, (pueden ser bidireccionales o electro-mecánicas) los cuales, permitirán ver la aportación de electricidad como su demanda, y para fines de protección, llegarán a un tablero general, donde se encontrarán interruptores termomagnéticos, los cuales tendrán la tarea de impedir altos picos de corriente, permitiendo así, que el sistema como la seguridad del usuario, estén

protegidos.

Estos sistemas se ubicaran en el exterior del laboratorio de energías renovables, donde actualmente se encuentra el sistema interconectado a la red, estos sistemas fotovoltaicos estarán situados uno tras otro, tal y como se muestra en la figura 3.52, así como los propios inversores y las cajas de conexiones que se resguardarán en el interior del laboratorio.

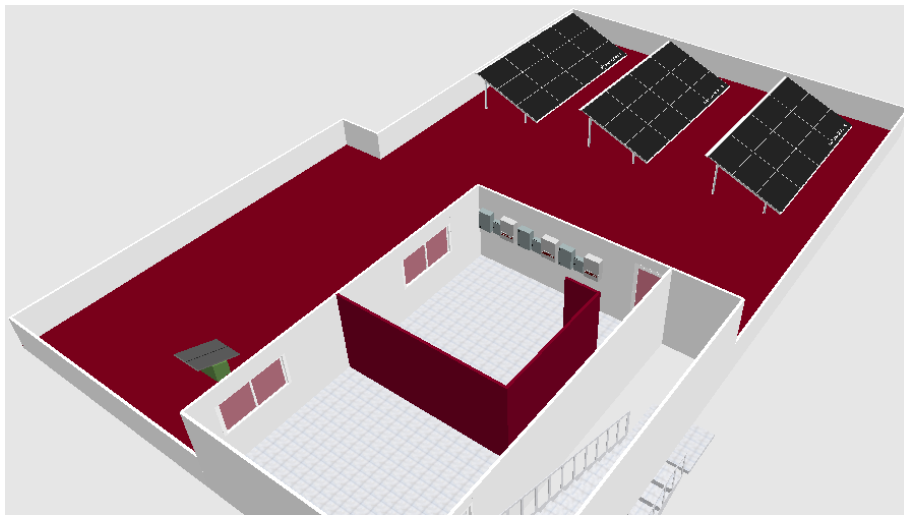


Figura 3.52: Perspectiva de la propuesta

Una vez que se instala el sistema y las conexiones anteriormente mencionadas, se pasará a dar solución al problema principal, el cual consta de ubicar la línea que demande más corriente, y se puede determinar mediante el uso de un amperímetro de gancho, el cual nos indicará la línea mas saturada, una vez localizada dicha línea, se le aportará corriente de una línea de la configuración en delta, para así evitar las sobrecargas como la facturación, dicho proceso se realiza con las otras dos líneas restantes. Con lo cual, se puede decir que a través de estos inconvenientes, los alumnos serán capaz de resolver casos parecidos, brindándoles una ventaja más para el ámbito laboral.

# Capítulo 4

## Conclusiones y trabajos futuros

### 4.1. Conclusiones

A través de esta trayectoria, desde la recopilación de la información, el entendimiento del funcionamiento de los distintos sistemas de energías renovables como la puesta en marcha, a sido plenamente satisfactoria, ya que amplio tanto mis conocimientos como mi visión.

El porque escoger esté tema de tesis y abordarlo, es debido, a que es el futuro en tecnologías, y que en ella, se pueden incorporar varios conocimientos, entre ellos está la Electrónica, Electricidad Industrial, Potencia, Comunicaciones y Programación, el tener estos conocimientos y otros más, hacen posibles estos trabajos, que serán base para ayudar a crecer a la nueva carrera de Ingeniería en Energías Renovables (IER), así también, ayudar al entendimiento de estas fuente de energías limpias a los estudiantes de dicha carrera o a fines.

También se escogió debido a que existen muchas empresas extranjeras (FRONIUS) que otorgan servicios gratuitos, como son: un software de adquisición y gestión de datos, el almacenamiento de información en sus servidores, la monitorización de los sistemas, la visualización de la información a través de una página web, entre otros, sin embargo, estas empresas a través de la información que almacenan, hacen un modelo estadístico para ofrecer sus equipos y aditamentos (ER) para aquellas personas que habitan en zonas donde la radiación solar es mayor, o para aquellas empresas que requieren esta información antes de adquirir los equipos, provocando así que esta información, proveniente de nuestras instalaciones sea de mucho valor para estas empresas, provocando así, que México siga siendo comprador y no inventor ni vendedor de tecnología, no obstante, cuando dichas empresas logren apoderarse del mercado, sus servicios gratuitos cambiaran de modalidad a pago, haciendo una inconformidad para el usuario.

Por tales inconvenientes, se tiende por impulsar el interés en la fabricación de nueva tecnología y de mano de obra Mexicana, por lo que se pretende en primera instancia, descargar la información que adquiere un hardware y que convierte y descarga un software de la empresa FRONIUS, provocando así que la información sea

manipulada por nosotros y así no depender mas de los servicios de dicha empresa y también poder utilizar y dar a conocer la base de datos adquirida a través de una página web, para que esta información pueda ser visualizada por la comunidad.

Otro incentivo encaminado hacia la invención, es la creación de un hardware (tarjeta de adquisición de datos) que adquiera la información de la monitorización de los sistemas tipo isla y que pueda enviar los datos adquiridos inalámbricamente a una base de datos externa, y poderlos visualizar en una pantalla para observar el comportamiento de estos en el transcurso del día, y de igual manera, poderlos subir a la anterior página web mencionada, haciendo así un espacio idóneo para visualizar en cualquier parte del mundo si los sistemas están funcionando correctamente.

Debido a la estructura con que cuenta la tarjeta de adquisición de datos que se creó, se puede implementar no solo al sistema híbrido aislado, si no que puede incorporarse para otro sistema a monitorizar, siempre y cuando no sobrepase los rangos de medida del  $V_{OC}$  para los que fue diseñado, algunos de estos podrían ser, la energía eléctrica, generadores por biomasa, así como las celdas fotovoltaicas creadas por algunos investigadores y de la misma forma, poder ver los valores numéricos en tiempo real en el software creado.

Finalmente los puntos que se concretaron en este trabajo de tesis fueron los siguientes:

- Se desarrollo una sistema de monitorización, que integra en una plataforma de software única, la capacidad de adquirir y almacenar la información de las variables de voltaje y corriente de un sistema fotovoltaico interconectado a red y de un sistema fotovoltaico y eólico tipo isla, así como poder visualizar dichas variables a través de gráficos en una página web.
- Se diseñó una interfaz de usuario a través del software Visual Studio 2013©, que permitió; adquirir, visualizar, analizar y almacenar la información de un sistema fotovoltaico interconectado a la red de  $3.18 \text{ kWp}$  y un sistema híbrido aislado, que esta conformado por un sistema eólico de  $400 \text{ Wp}$  y un sistema fotovoltaico aislado de  $200 \text{ Wp}$ , que se encuentran actualmente situados en el laboratorio de energías renovables de la FCE.

Cada sistema a monitorizar, tiene su propio apartado para poderlo visualizar y analizar de forma muy independiente a las demás, aunque los datos en tiempo real, se muestran tanto en la pantalla principal como en las subsecuentes, así como las gráficas que son generadas por dichos datos almacenados.

- Se implementó una tarjeta de adquisición de datos, que llevará el nombre de “Supervisor of photovoltaic and wind system”, dicha tarjeta, esta basada en el Microcontrolador PIC16F877A, transductores de voltaje LV25-P y de corriente LA55-P, como un módulo bluetooth, con el fin de establecer una comunicación inalámbrica, a una distancia no mayor a los cinco metros, debido a los muros que existen entre la tarjeta de adquisición de datos y la estación de monitoreo central, estas distintas configuraciones permitieron adquirir las

variables de voltaje y corriente en la salida del sistema fotovoltaico y eólico tipo isla.

- Se realizó un programa a través de la programación orientada a objetos, para extraer y gestionar los datos que el inversor de FRONIUS obtiene, el programa generado, forma parte de la interfaz que se creó y que se mencionó anteriormente, con el fin de tener todos los sistemas monitorizados y poderlos mostrar, tanto en la estación de monitoreo central como en una página web propia.
- Se generó una página WEB que permite visualizar la información de las variables de voltaje, corriente y potencia de los sistemas en cuestión. Esto es con la finalidad de poder saber, como se encuentran los sistemas mencionados en algún momento del día, como también, brindar información de divulgación en el uso y configuración de sistemas fotovoltaicos aislados, sistemas fotovoltaicos interconectados a la red y generadores eólicos.
- Se propuso una opción para amortiguar las sobrecargas de las conexiones monofásicas, bifásicas o trifásicas, a través del sistema interconectado a la red, ya que en muchos casos, los instaladores electricistas suelen sobrecargar más una línea que otra, haciendo así, que CFE cobre más por el servicio y que la vida útil de las instalaciones sea menor por el sobrecalentamiento en la línea más saturada y se propone una solución, con el fin de que la facturación a CFE sea menor y dar a conocer como resolver estos casos a los futuros ingenieros en energías renovables. ya sea mediante los inversores de la empresa Fronius.

## 4.2. Trabajo futuro

Esta tesis, representa solo el inicio de muchos proyectos en torno a las energías renovables, como puede ser la creación de una estación meteorológica con diversas variables de adquisición, y poder transmitir la información a grandes distancias, así como también, poder implementar esta tecnología en drones, los cuales envíen la velocidad del viento, la radiación, su ubicación geográfica. Otro ejemplo sería medir la contaminación y profundidad de lagos, lagunas, de los diferentes puntos de la zona, así como la que se encuentra actualmente en Ciudad Universitaria (CU).

Claro está que el envío de información ya no sería mediante el módulo bluetooth, si no con un módulo ZigBee, que puede recorrer grandes distancias entre ellos mediante ondas de radiofrecuencia, y una ventaja de ello, es que utiliza el protocolo RS-232 para adquirir la información, el mismo protocolo que es empleado para adquirir los datos al microcontrolador utilizado actualmente. Otro punto sería, aditar y/o cambiar sensores y transductores que serán utilizados para este nuevo proyecto, sin embargo estos ya no estarían en esta tarjeta, si no en una nueva y mejorada.

# APÉNDICES

## Apéndice I: Manual de usuario

Todos y cada uno de los elementos con que cuenta la interfaz de adquisición de datos, son definidos en el capítulo “Descripción de la plataforma de monitorización”, sección “Desarrollo de la interfaz”, aquí solo se mostrará los pasos a seguir para acceder al programa de manera breve.

Se busca el icono de la aplicación, en este caso será el icono del escudo de la FCE, se le hace doble clic a éste y nos muestra una pantalla de inicio con el escudo de la IER.

Terminado este evento, muestra una nueva ventana, la cual se pide que proporcionen el usuario y password para acceder a la interfaz, en este caso el usuario y password serán “**victor**”, una vez ingresado estos datos, se presiona el botón “Inicio” y se accede a la interfaz.

A continuación saldrá la pantalla principal, y para facilitar el uso de esta interfaz, las diferentes opciones que existen en la barra de menús, están deshabilitadas a excepción de la de “**Conexión Bluetooth**”, la cual se distingue por estar rodeada de color rojo, se procede a hacer clic en esta pestaña y se desplegará un nuevo menú, el cual contendrá diferentes opciones y la única que está habilitada es la de “**Puerto COM**”, se selecciona esta opción y mostrará el mensaje de “Selecione Puerto”, es en ese momento en el cual, las demás opciones dentro de la pestaña se habilitan y se procede a seleccionar la casilla que tiene por default el texto “**puerto COM1**” aquí se desplegarán todos los puertos COM disponibles para su uso, sin embargo en este caso particular, el puerto que se ocupará será el “**Puerto COM8**”, (solo, si no ha cambiado de puerto COM, el módulo bluetooth, ver la sección “Comunicación bluetooth y selección de puerto”) finalmente una vez seleccionado el puerto dedicado para la conexión vía bluetooth se presiona la tercera opción que es la de “**CONECTAR**”, concluido este paso, la conexión bluetooth se ha establecido y se puede saber, ya que el menú principal “**Conexión Bluetooth**” cambia de color de rojo a verde y los demás menús se habilitan para su uso.

Si se desea abrir el archivo que contiene la información descargada de Fronius en un archivo de Access ó abrir su software (Fronius Solar.Acces), solo es necesario seleccionar la opción “**Abrir**” y seleccionar lo deseado.

La forma de adquirir los datos que provee el Datalogger Web de Fronius, es meramente sencilla, cuenta con dos opciones.

La primera es de manera automática y se establecen horarios para inicializar los eventos de mouse y keyboard que provocaran la descarga de información, se puede encontrar esta opción en un recuadro con la leyenda “Programación”, está se localiza en la parte izquierda de la pantalla principal, solo es necesario poner la hora de inicio y fin de descargas, ya sea de manera manual, con el formato con que cuenta el reloj que se encuentra arriba de él, o en su caso, los establecidos por default, solo se hace clic a la viñeta y mostrará los diferentes horarios de inicio y fin de descarga

de datos.

De una forma más fácil, se selecciona el menú “**Panel Solar Fronius**” el cual, si se selecciona hará las mismas acciones que la primera opción, sin embargo solo se efectuará una única vez, y si se desea volver a actualizar la información, se requiere hacer de nueva cuenta clic en esta opción de menús y así sucesivamente.

Finalmente, como se desea monitorizar al sistema híbrido fotovoltaico aislado, se hicieron apartados en la barra de menús para cada uno de ellos, estos cuentan con datos en tiempo real dedicados para cada caso, al igual que los datos que son guardados cada cinco minutos y por lo tanto las gráficas de Voltaje *DC*, Corriente *DC* y Potencia *DC* que se actualizan cada cinco minutos.

Para hacer mas a mena la visualización de todos estos datos en tiempo real y no estar pasando de menú en menú para ver los cambios que pasan en cada uno de ellos, se dedico un espacio en la pantalla principal para estos, y se pueden visualizar de manera general, en el recuadro nombrado “Voltaje y Corriente Tiempo Real”, esta información se puede ver de manera visual mediante la figura 1.

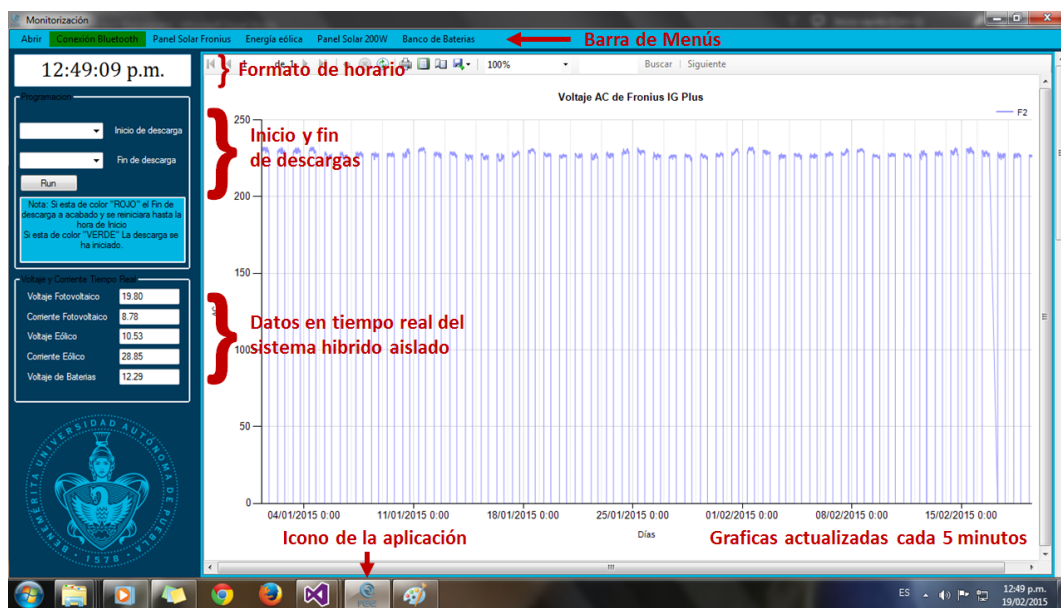


Figura 1: Descripción de la pantalla principal.

## Apéndice II: Diseño de la tarjeta de adquisición de datos

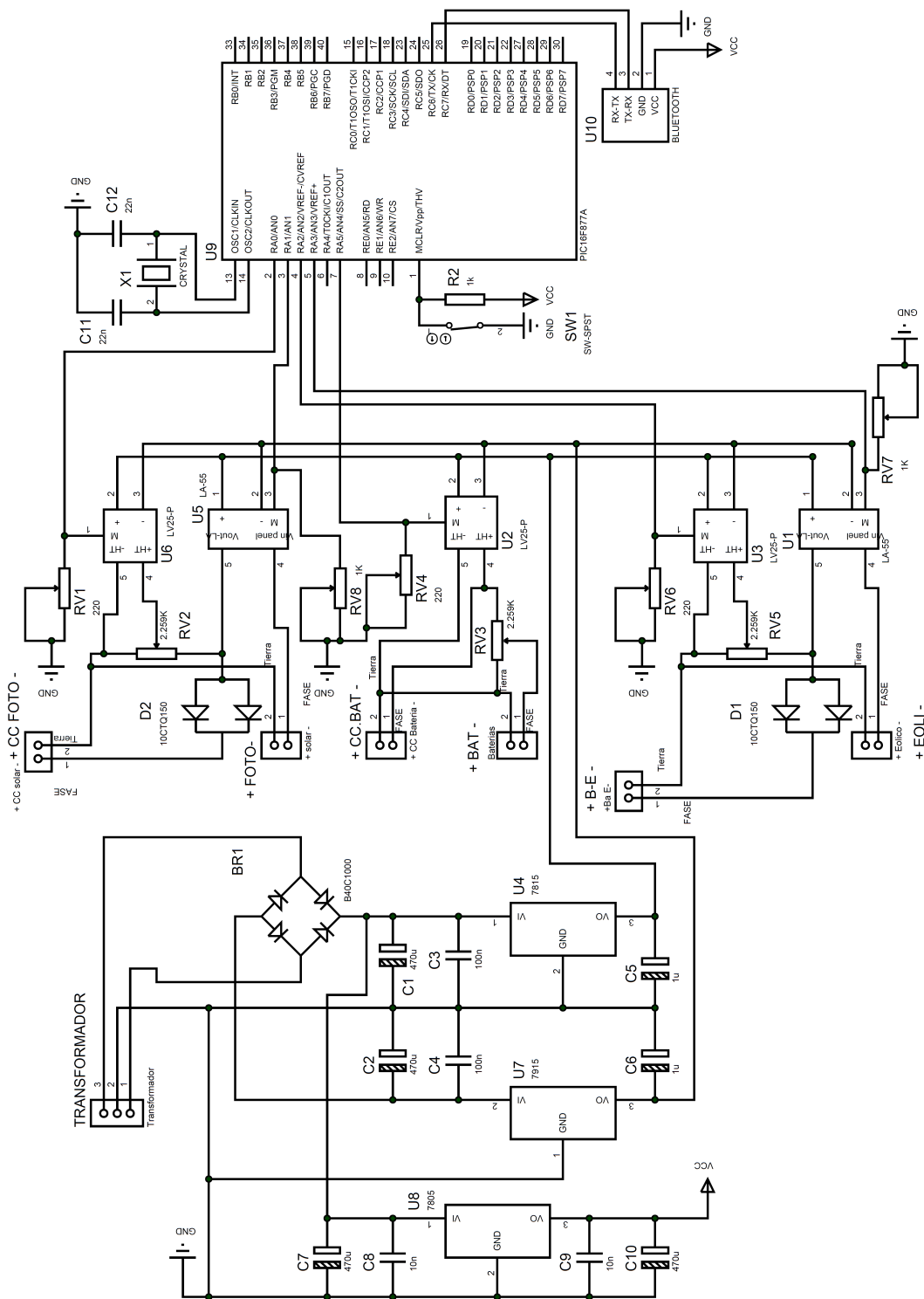


Figura 2: “Supervisor of photovoltaic and wind system”

### Apéndice III: Código del microcontrolador PIC16F877A para la adquisición de datos

```
#include < 16f877A.h0036 >
#device adc=8
#FUSES NOWDT, XT, NOPUT, NOPROTECT, NODEBUG, NOBROWNOUT,
NOLVP, NOCPD, NOWRT
#use delay(clock=4000000)
#use fast_io(B)
#use RS232(BAUD = 9600, BITS = 8, PARITY = N, XMIT = PIN_C6, RCV =
PIN_C7)
char ch;
#int_rda
void serial_isr()
ch=getchar();
}
void main()
Int valor;
float voltaje;
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_adc_ports(AN0_AN1_AN2_AN3_AN4_AN5);
enable_interrupts(global);
enable_interrupts(int_rda);
While(TRUE)
//---voltaje del Panel Solar ---
delay_ms(10);
while(true)
if(ch=='A')
{
delay_ms(50);
set_adc_channel(0);
delay_ms(50);
valor=read_adc();
voltaje=valor*0.0884; //22.56/255
delay_ms(100);
printf("delay_ms(50);
if(ch!='A') break;
}
//---Corriente del Panel Solar---
if(ch=='B')
{
delay_ms(50);
set_adc_channel(1);
delay_ms(50);
valor=read_adc();
voltaje=valor*0.0392; //10/255
```



## Apéndice IV: Código de la página web

### HOME

```
<%@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "HOME.aspx.cs" Inherits = "web4.HOME"%>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Energías Renovables FCE</title>
<style type = "text/css">
.auto-style2 {
width: 608px;}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100% 100%;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;}
</style>
<!--Configuración para fondo de la página-->
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
</div>
<center> <table width = "95%" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td> <center> <h2>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/escudo_FCE.png" height = "130px"
Width = "130px"/>
</h2> </center> </td>
<td> <center> <h2>
<img alt = "BUAP" src = "Imágenes/logotipo-buap-azul.png" height = "100px"
Width = "350px"/>
</h2> </center> </td>
<td> <center> <h2>
<img alt = "LOGO BUAP" src = "Imágenes/EscudoP.png" height = "130px" Width
= "130px"/>
</h2> </center> </td>
</tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95%" bgcolor = "#00436E">
<tr>
<td class = "auto-style2"> </td>
```

```

<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "15px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
vigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx" > </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <center> <h2 style = "color: #FFFFFF">
MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED
<br />
DEL LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LA FCE
</h2> </center> </td> </tr>
</table> </center>
<center> <table style = "background-position: center; background-image: url(Imagenes/fondo-
azul-836335.png); " width = "95 %" >
<tr>
<td colspan = "4"> <center> <h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
La presente página web esta enfocada a la monitorización de los distintos sistemas
de energías renovables que se encuentran ubicados en la Facultad de Ciencias de la
Electrónica &quot ;FCE &quot ; de la Benemérita Universidad Autónoma de Pue-
bla &quot ; BUAP &quot; .</h2>
<h3 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">

```

Esta monitorización da pauta, a los estudiantes de la carrera de 'Energías Renovables' que está inicializando en la 'BUAP', entender y mejorar los actuales modulos o dispositivos que transforman los distintos fenomenos naturales en energía electrica, para consumo humano; así como tambien, comparar el rendimiento entre dispositivos semejantes.

Ingeniería de Energías Renovables BUAP

Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red a 4000W

Sistema fotovoltaico aislado a 200w

Sistema Hibrido 'Fotovoltaico y Eólico'

Sistema Eólico a

Baterias 400w @ 5.4 M/S

Creado por T.S.U. Hernández Román Victor Manuel.

```

</td>
</tr>
</table> </center>
</form>
</body>
</html>

```

### Fotovoltaico Interconectado

```

<%@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "Fotovoltaico4000w.aspx.cs" Inherits = "web4.Fotovoltaico4000w"%>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Sistema Fotovoltaico 4000w</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100% 100%;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;}
</style>
<!--Configuración para fondo de la página-->
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<asp: ScriptManager ID = "ScriptManager1" runat = "server">
</asp: ScriptManager>
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
<!--Timer de la hora en la que se actualiza-->
<asp: Timer ID = "Timer1" runat = "server" Interval = "10000" OnTick = "Timer1_Tick">
</asp: Timer>
</div>
<center> <table width = "95%" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta.2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>

```

```

<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A
LA RED.</h2> </td> </tr>
<tr> <td>
<asp: Button ID = "Button1" runat = "server" ForeColor = "#666633" PostBackUrl
= " /Definicion Sistema Interconectado.aspx" Text = "Definicion Sistema Interco-
nectado." Height = "50px" />
</td> </tr>
<!--1º Grafica-->
<tr> <td>
<asp: SqlDataSource ID = "SqlDataSource1" runat = "server" ConnectionString =
"< %\$ ConnectionStrings: ConnectionString %>" ProviderName = "< %\$ Conne-
ctionStrings: ConnectionString.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT [FRO-
NIUS], [F2] FROM [Voltaje AC]"> </asp: SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 1-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel1" UpdateMode = "Conditional" runat =

```

```

“server”>
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = “Timer1” EventName = “Tick” />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = “Label1” runat = “server” Text = “UpdatePanel1 not refreshed
yet.” Visible = “False”> </asp: Label>
<asp: Chart ID = “Chart1” runat = “server” Width = “1260px” DataSourceID =
“SqlDataSource1” Palette = “EarthTones”>
<Series>
<asp: Series Name = “Series1” XValueMember = “FRONIUS” YValueMembers =
“F2” ChartType = “Line” ChartArea = “ac”>
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = “ac”>
<AxisY Title = “Voltaje AC” TitleFont = “Cambria, 8pt”>
</AxisY>
<AxisX Title = “Días” TitleFont = “Cambria, 8.25pt”>
</AxisX>
<Position Height = “91” Width = “97” X = “2” Y = “7” />
<InnerPlotPosition Height = “86” Width = “97” X = “3” Y = “2” />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = “Cambria, 9.75pt” Name = “Title1” Text = “Voltaje AC Interco-
nectado a la red CFE”>
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
<!--2° Grafica-->
<tr> <td>
<asp: SqlDataSource ID = “SqlDataSourceDC” runat = “server” ConnectionS-
tring = “< % $ ConnectionStrings: ConnectionString %>” ProviderName = “< % $
ConnectionStrings: ConnectionString.ProviderName %>” SelectCommand = “SE-
LECT [FRONIUS], [F2] FROM [Voltaje DC]”> </asp: SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 2-->
<asp: UpdatePanel ID = “UpdatePanel2” UpdateMode = “Conditional” runat =
“server”>
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = “Timer1” EventName = “Tick” />
</Triggers>
<ContentTemplate>

```

```

<asp: Label ID = "Label2" runat = "server" Text = "UpdatePanel2 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart2" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"SqlDataSourceDC" Palette = "Pastel">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" XValueMember = "FRONIUS" YValueMembers =
"F2" ChartType = "Line">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Voltaje DC" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Voltaje DC">
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
<!--3° Grafica-->
<tr> <td>
<asp: SqlDataSource ID = "SqlDataSourcePot" runat = "server" ConnectionString
= "< %\$ ConnectionStrings: ConnectionString %>" ProviderName = "< %\$ Con-
nectionStrings: ConnectionString.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT
[F2], [FRONIUS] FROM [Potencia]"> </asp: SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 3-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel3" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label3" runat = "server" Text = "UpdatePanel3 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart3" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"SqlDataSourcePot" Palette = "Bright">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" XValueMember = "FRONIUS" YValueMembers =

```

```

“F2” ChartType = “Line”>
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = “ChartArea1”>
<AxisY Title = “Potencia” TitleFont = “Cambria, 8.25pt”>
</AxisY>
<AxisX Title = “Días” TitleFont = “Cambria, 8.25pt”>
</AxisX>
<Position Height = “91” Width = “97” X = “2” Y = “7” />
<InnerPlotPosition Height = “86” Width = “97” X = “3” Y = “2” />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = “Cambria, 9.75pt” Name = “Title1” Text = “Potencia de Salida”>
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
</table> </center>
</form>
<!--Elemento necesario para la Actualización de las tablas-->
<script runat = “server” type = “text/c#”>
protected void Timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
Label1.Text = “Panel refreshed at: ” +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label2.Text = “Panel refreshed at: ” +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label3.Text = “Panel refreshed at: ” +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
}
</script>
</body>
</html>

```

### Definición de un Sistema Fotovoltaico Interconectado

```

<%@ Page Language = “C#” AutoEventWireup = “true” CodeBehind = “De-
finicion Sistema Interconectado.aspx.cs” Inherits = “web4.WebForm1” %>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = “http://www.w3.org/1999/xhtml”>
<head runat = “server”>
<meta http-equiv = “Content-Type” content = “text/html; charset = utf-8”/>
<!--Título de la página web-->

```

```

<title>Definici3n Sistema Interconectado</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imagenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100 % 100 %;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
p.MsoNormal
{margin-top: 0cm;
margin-right: 0cm;
margin-bottom: 8.0pt;
margin-left: 0cm;
line-height: 107 %;
font-size: 11.0pt;
font-family: "Calibri", "sans-serif";
}
</style>
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<!--Icono de la pesta#na-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imagenes/IconoFCE.ico" />
<div>
</div>
</div>
<center> <table width = "95 %" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imagenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta_2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>

```

```

<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
</form>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED.</h2>
<p style = "color: #FFFFFF">
&nbsp;</p> </td> </tr>
</table> </center>
<center> <table style = "background-position: center; background-image: url(Imagenes/fondo-
azul-836335.png);" width = "95 %">
<tr> <td> <center> <h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Las instalaciones conectadas a red vierten su energía a la red eléctrica, sin necesidad
de que exista un dispositivo de acumulación. La corriente eléctrica que transmite la
red debe tener una frecuencia específica, y las instalaciones de generación eléctrica,
del tipo que sean, deben proporcionar la corriente con esa frecuencia, para evitar
perturbar el comportamiento de la red.</h2>
<h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Las instalaciones conectadas a la red eléctrica se suelen dividir atendiendo a dos cri-
terios diferentes: por un lado, se distingue entre instalaciones monofásicas y trifási-
cas; por otro, se distingue entre instalaciones en baja tensión e instalaciones de
media o alta tensión.</h2>
<h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Los elementos que conforman una instalación conectada a red son los generadores
fotovoltaicos, cableado, caja de conexiones, inversor y al transformador de CFE.
</h2> </td> </tr>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <center>
<img src = "Imagenes/INTERCON %20A %20LA %20RED.jpg" /> </center>
</center> </td> </tr>

```

```

</table> </center>
</body>
</html>

```

### Fotovoltaico 200W

```

<%@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "Fotovoltaico200w.aspx.cs" Inherits = "web4.Fotovoltaico200w"%>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Sistema Fotovoltaico 200w</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100% 100%;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
</style>
<!--Configuración para fondo de la página-->
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<asp: ScriptManager ID = "ScriptManager1" runat = "server">
</asp: ScriptManager>
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
<!--Timer de la hora en la que se actualiza-->
<asp: Timer ID = "Timer1" runat = "server" Interval = "10000" OnTick = "Timer1_Tick">
</asp: Timer>
</div>
<center> <table width = "95%" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta_2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>

```

```

<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A 200W</h2> </td>
</tr>
<tr> <td>
<asp: Button ID = "Button1" runat = "server" ForeColor = "#666633" PostBac-
kUrl = " /Definición de Sistema Fotovoltaico aislado.aspx" Text = "Definición de
Sistema Fotovoltaico aislado" Height = "50px" />
</td> </tr>
<!--1° Grafica-->
<tr> <center> <td>
<asp: SqlDataSource ID = "Eólico2015" runat = "server" ConnectionString = "< % $
ConnectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo %>" ProviderName = "< % $ Con-
nectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo.ProviderName %>" SelectCommand = "SE-
LECT [Fecha], [Voltaje], [Corriente], [Potencia] FROM [Fotovoltaico]"> </asp:
SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 1-->

```

```

<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel1" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label1" runat = "server" Text = "UpdatePanel1 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart1" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"SOLARULTIMO2015vinculo" Palette = "SeaGreen">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartType = "Line" XValueMember = "Fecha"
YValueMembers = "Voltaje">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Voltaje" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Voltaje DC">
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
<asp: SqlDataSource ID = "SOLARULTIMO2015vinculo" runat = "server" Con-
nectionString = "< %\$ ConnectionStrings: solarVINCULO2015 %>" ProviderNa-
me = "< %\$ ConnectionStrings: solarVINCULO2015.ProviderName %>" Select-
Command = "SELECT [Fecha], [Voltaje], [Potencia], [Corriente] FROM [Fotovoltaico]">
</asp: SqlData Source >
<asp: SqlDataSource ID = "foto2015vinculo" runat = "server" ConnectionString =
"< %\$ ConnectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo %>" ProviderName = "< %\$
ConnectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo.ProviderName %>" SelectCommand
= "SELECT [Potencia], [Voltaje], [Fecha], [Corriente] FROM [Fotovoltaico]">
</asp: SqlData Source >
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </center> </tr>
<!--2° Grafica-->
<tr> <td>
<!--Actualización de la gráfica 2-->

```

```

<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel2" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label2" runat = "server" Text = "UpdatePanel2 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart2" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"SOLARULTIMO2015vinculo">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartArea = "ChartArea1" ChartType = "Line"
XValueMember = "Fecha" YValueMembers = "Corriente">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Corriente" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Corriente DC">
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
<asp: SqlDataSource ID = "SqlDataSource2" runat = "server" ConnectionString =
"< %\$ ConnectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo %>" ProviderName = "< %\$
ConnectionStrings: fotovoltaico-2015Vinculo.ProviderName %>" SelectCommand
= "SELECT [Fecha], [Corriente] FROM [Fotovoltaico]"> </asp: SqlData Source
>
<asp: SqlDataSource ID = "SqlDataSource1" runat = "server"> </asp: SqlData
Source >
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
<!--3° Grafica-->
<tr> <td>
<!--Actualización de la gráfica 3-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel3" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>

```

```

<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label3" runat = "server" Text = "UpdatePanel3 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart3" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"SOLARULTIMO2015vinculo" Palette = "Excel">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartType = "Line" XValueMember = "Fecha"
YValueMembers = "Potencia">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Potencia" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Potencia DC">
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
</table> </center>
</form>
<!--Elemento necesario para la Actualización de las tablas-->
<script runat = "server" type = "text/c#">
protected void Timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
Label1.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label2.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label3.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
}
</script>
</body>
</html>

```

## Definición del sistema Fotovoltacio a 200W

```
<<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Definición Sistema Interconectado</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
p.MsoNormal
{margin-top: 0cm;
margin-right: 0cm;
margin-bottom: 8.0pt;
margin-left: 0cm;
line-height: 107font-size: 11.0pt;
font-family: "Calibri","sans-serif";
}
</style>
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
</div>
<center> <table width = "95">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta_2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
```

```

<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Contacto" Value = "Contacto"> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
</form>
<center> <table width = "95<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.</h2>
<p style = "color: #FFFFFF">
&nbsp;</p> </td> </tr>
</table> </center>
<center> <table style = "background-position: center; background-image: url(Imagenes/fondo-
azul-836335.png); " width = "95<tr> <td> <center> <h2 style = "font-family:
Cambria; color: #2B2B2B">
Las instalaciones fotovoltaicas o autónomas aisladas son instalaciones no conecta-
das a la red general de distribución eléctrica. Su tamaño, por lo general, es menor
que el de las instalaciones conectadas a red, y la potencia instalada no suele superar
unos pocos Kilovatios. Existen aplicaciones muy diversas para esta clase de siste-
mas:
</h2> </center> </td> </tr>
<tr> <td> <h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
<ul>
<li> <h4 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
El consumo eléctrico de viviendas o edificios, especialmente en zonas rurales.</h4>
<li> <h4 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
El alumbrado público</h4> </li>
<li> <h4 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">

```

```

El consumo de instalaciones agropecuarias alejadas de la red de distribución eléctrica.</h4>
</li>
<li> <h4 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
La electrificación en zonas del Tercer Mundo en las que la red eléctrica se halla aún
poco desarrollada.</h4> </li>
</ul>
</h2> </td> </tr>
<tr> <td> <center> <h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Las principales características de la instalación aislada vienen dadas por su pequeño
tamaño y por la necesidad de acumular la energía producida, garantizando tanto co-
mo sea posible la disponibilidad de energía para su consumo. Los principales ele-
mentos de la instalación son los módulos fotovoltaicos, el cableado, el regulador y
el acumulador
</h2> </center> </td> </tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95<tr> <td> <center>
<img src = "Imágenes/aislado.jpg" />
</center> </td> </tr>
</table> </center>
</body>
</html>

```

## Eólico

```

< %@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "Eóli-
co.aspx.cs" Inherits = "web4.Eólico" %>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http:
www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Sistema Eólico</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100 % 100 %;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
</style>
<!--Configuración para fondo de la página-->
</head>

```

```

<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<asp: ScriptManager ID = "ScriptManager1" runat = "server">
</asp: ScriptManager>
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
<!--Timer de la hora en la que se actualiza-->
<asp: Timer ID = "Timer1" runat = "server" Interval = "10000" OnTick = "Ti-
mer1_Tick">
</asp: Timer>
</div>
<center> <table width = "95 %" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta.2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>

```

```

</tr>
</table> </center>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA EÓLICO.
</h2> </td> </tr>
<tr> <td>
<asp: Button ID = "Button1" runat = "server" ForeColor = "#666633" PostBackUrl = " /Definición de Sistema Eólico.aspx" Text = "Definición de Sistema Eólico" Height = "50px" />
</td> </tr>
<!--1° Grafica-->
<tr> <center> <td>
<asp: SqlDataSource ID = "Eólico2015" runat = "server" ConnectionString = "< %$ ConnectionStrings: BaseEólica2015 %>" ProviderName = "< %$ ConnectionStrings: BaseEólica2015.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT [Fecha], [Corriente], [Voltaje], [Potencia] FROM [Eólica]"> </asp: SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 1-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel1" UpdateMode = "Conditional" runat = "server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label1" runat = "server" Text = "UpdatePanel1 not refreshed yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart1" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID = "Eolicomay" Palette = "SeaGreen">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartType = "Line" XValueMember = "Fecha" YValueMembers = "Voltaje">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Voltaje" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Voltaje DC">
</asp: Title>

```

```

</Titles>
</asp: Chart>
<asp: SqlDataSource ID = "Eolicomay" runat = "server" ConnectionString = "
< % $ ConnectionStrings: eolicomayo % >" ProviderName = "< % $ ConnectionS-
trings: eolicomayo.ProviderName % >" SelectCommand = "SELECT [Fecha_Entera],
[Fecha], [Voltaje], [Corriente], [Potencia] FROM [Eólica]"> </asp: SqlData Sour-
ce >
<asp: SqlDataSource ID = "eolica2015feb" runat = "server" ConnectionString =
"< % $ ConnectionStrings: eolica2015feb % >" ProviderName = "< % $ Connec-
tionStrings: eolica2015feb.ProviderName % >" SelectCommand = "SELECT [Fe-
cha], [Voltaje], [Corriente], [Potencia] FROM [Eólica]"> </asp: SqlData Source >
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </center> </tr>
<!--2° Grafica-->
<tr> <td>
<!--Actualización de la gráfica 2-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel2" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label2" runat = "server" Text = "UpdatePanel2 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart2" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"Eolicomay">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartArea = "ChartArea1" ChartType = "Line"
XValueMember = "Fecha" YValueMembers = "Corriente">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Corriente" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Corriente DC">
</asp: Title>
</Titles>

```

```

</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
<!--3° Grafica-->
<tr> <td>
<!--Actualización de la gráfica 3-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel3" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label3" runat = "server" Text = "UpdatePanel3 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart3" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"Eolicomay" Palette = "Excel">
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartType = "Line" XValueMember = "Fecha"
YValueMembers = "Potencia">
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Potencia" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Potencia DC">
</asp: Title>
</Titles>
</asp: Chart>
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </tr>
</table> </center>
</form>
<!--Elemento necesario para la Actualización de las tablas-->
<script runat = "server" type = "text/c#">
protected void Timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{

```

```

Label1.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label2.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
Label3.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
}
</script>
</body>
</html>

```

### Definición de un sistema eólico

```

<%@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "Defi-
nición de Sistema Eólico.aspx.cs" Inherits = "web4.Definición_de_Sistema_Eólico"%>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http:
www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Definición Sistema Interconectado</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100% 100%;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
p.MsoNormal
{margin-top: 0cm;
margin-right: 0cm;
margin-bottom: 8.0pt;
margin-left: 0cm;
line-height: 107%;
font-size: 11.0pt;
font-family: "Calibri","sans-serif";
}
</style>
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<!--Icono de la pestaña-->

```

```

<link rel = "shortcut icon" href = "Imagenes/IconoFCE.ico" />
<div>
</div>
<center> <table width = "95 %" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imagenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta.2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedItemStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
navigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedItemStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
</form>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
SISTEMA EÓLICO</h2>
<p style = "color: #FFFFFF">
&nbsp;</p> </td> </tr>
</table> </center>

```

```

<center> <table style = “background-position: center; background-image: url(Imagenes/fondo-
azul-836335.png);” width = “95 %”>
<tr> <td> <center> <h2 style = “font-family: Cambria; color: #2B2B2B”>
La eólica fue una de las primeras fuentes de energía no animal que empleó el ser
humano en su historia, el viento se empleó en primer lugar en la navegación a vela,
como atestiguan algunos grabados del cuarto o quinto milenio antes de nuestra era,
Parece que la primera explotación estática del viento, mediante el uso de molinos,
tuvo lugar en Mesopotamia hace unos 4000 Años.
</h2>
<h2 style = “font-family: Cambria; color: #2B2B2B”>
Cuando se aprovecha la energía del viento para generar electricidad, el dispositivo
encargado de realizar la transformación de energía (cinética) eólica en electricidad
se denomina aerogenerador.
</h2> </td> </tr>
<center> <table width = “95 %”>
<tr> <td> <center>
<img src = “Imagenes/EOLICO.png” />
</center> </td> </tr>
</table> </center>
</body>
</html>

```

## BATERÍAS

```

< %@ Page Language = “C#” AutoEventWireup = “true CodeBehind” = “Ba-
terias.aspx.cs” Inherits = “web4.Baterias” %>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = “http://www.w3.org/1999/xhtml”>
<head runat = “server”>
<meta http-equiv = “Content-Type” content = “text/html; charset = utf-8”/>
<!--Título de la página web-->
<title>Baterias</title>
<style type = “text/css”>
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imagenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100 % 100 %;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
</style>
<!--Configuración para fondo de la página-->
</head>
<body>

```

```

<form id = "form1" runat = "server">
<asp: ScriptManager ID = "ScriptManager1" runat = "server">
</asp: ScriptManager>
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
<!--Timer de la hora en la que se actualiza-->
<asp: Timer ID = "Timer1" runat = "server" Interval = "10000" OnTick = "Ti-
mer1_Tick">
</asp: Timer>
</div>
<center> <table width = "95 %" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta.2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fo-
reColor = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedItemStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
vigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx" > </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedItemStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>

```

```

</table> </center>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
MONITORIZACIÓN DE LAS BATERIAS DEL SISTEMA HIBRIDO FOTOVOL-
TAICO.
</h2> </td> </tr>
<tr> <td>
<asp: Button ID = "Button1" runat = "server" ForeColor = "#666633" PostBackUrl
= "/Definición de Baterias.aspx" Text = "Definición de Baterias de Ciclo Profundo"
Height = "50px" />
</td> </tr>
<!--1° Grafica-->
<tr> <center> <td>
<asp: SqlDataSource ID = "Eólico2015" runat = "server" ConnectionString = "< %$
ConnectionStrings: BaseEólica2015 %>" ProviderName = "< %$ ConnectionStrings:
BaseEólica2015.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT [Fecha], [Co-
rriente], [Voltaje], [Potencia] FROM [Eólica]"> </asp: SqlData Source >
<!--Actualización de la gráfica 1-->
<asp: UpdatePanel ID = "UpdatePanel1" UpdateMode = "Conditional" runat =
"server">
<Triggers>
<asp: AsyncPostBackTrigger ControlID = "Timer1" EventName = "Tick" />
</Triggers>
<ContentTemplate>
<asp: Label ID = "Label1" runat = "server" Text = "UpdatePanel1 not refreshed
yet." Visible = "False"> </asp: Label>
<asp: Chart ID = "Chart1" runat = "server" Width = "1260px" DataSourceID =
"Bateriasvinculo2015" Palette = "SeaGreen" >
<Series>
<asp: Series Name = "Series1" ChartType = "Line" XValueMember = "Fecha"
YValueMembers = "Voltaje" >
</asp: Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp: ChartArea Name = "ChartArea1">
<AxisY Title = "Voltaje" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisY>
<AxisX Title = "Días" TitleFont = "Cambria, 8.25pt">
</AxisX>
<Position Height = "91" Width = "97" X = "2" Y = "7" />
<InnerPlotPosition Height = "86" Width = "97" X = "3" Y = "2" />
</asp: ChartArea>
</ChartAreas>
<Titles>
<asp: Title Font = "Cambria, 9.75pt" Name = "Title1" Text = "Voltaje DC">
</asp: Title>

```

```

</Titles>
</asp: Chart>
<asp: SqlDataSource ID = "Bateriasvinculo2015" runat = "server" ConnectionS-
tring = "< %\$ ConnectionStrings: baterias2015 %>" ProviderName = "< %\$ Con-
nectionStrings: baterias2015.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT [Fe-
cha], [Voltaje] FROM [Baterias]"> </asp: SqlData Source >
<asp: SqlDataSource ID = "BATERIAS2015" runat = "server" ConnectionString =
"< %\$ ConnectionStrings: banco_baterias2015 %>" ProviderName = "< %\$ Con-
nectionStrings: banco_baterias2015.ProviderName %>" SelectCommand = "SELECT
[Fecha], [Voltaje] FROM [Baterias]"> </asp: SqlData Source >
</ContentTemplate>
</asp: UpdatePanel>
</td> </center> </tr>
</table> </center>
</form>
<!--Elemento necesario para la Actualización de las tablas-->
<script runat = "server" type = "text/c#">
protected void Timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
Label1.Text = "Panel refreshed at: " +
DateTime.Now.ToLongTimeString();
}
</script>
</body>
</html>

```

### Definición de Baterías

```

<%@ Page Language = "C#" AutoEventWireup = "true" CodeBehind = "De-
finición de Baterias.aspx.cs" Inherits = "web4.Definición_de_Baterias"%>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head runat = "server">
<meta http-equiv = "Content-Type" content = "text/html; charset = utf-8"/>
<!--Título de la página web-->
<title>Definición de Baterías de Ciclo Profundo</title>
<style type = "text/css">
.auto-style1 {
width: 621px;
}
body {
background-image: url('/Imágenes/simple-blue-ii.jpg' );
background-size: 100% 100%;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
}
p.MsoNormal

```

```

{margin-top: 0cm;
margin-right: 0cm;
margin-bottom: 8.0pt;
margin-left: 0cm;
line-height: 107%;
font-size: 11.0pt;
font-family: "Calibri","sans-serif";
}
</style>
</head>
<body>
<form id = "form1" runat = "server">
<!--Icono de la pestaña-->
<link rel = "shortcut icon" href = "Imágenes/IconoFCE.ico" />
<div>
</div>
<center> <table width = "95 %" bgcolor = "#00B5E6">
<tr>
<td class = "auto-style1"> <center>
<img alt = "LOGO FCE" src = "Imágenes/Escudo_y_Logotipo_Etiqueta.2.png"
align = "left" height = "60px" Width = "120px"/>
</center> </td>
<td> <center>
<asp: Menu align = "right" ID = "Menu2" runat = "server" BackColor = "#F7F6F3"
DynamicHorizontalOffset = "2" Font-Names = "Verdana" Font-Size = "0.8em" Fore-
Color = "#7C6F57" Orientation = "Horizontal" StaticSubMenuIndent = "10px"
Font-Bold = "False" Font-Strikeout = "False" Font-Underline = "False" Rendering-
Mode = "Table" style = "margin-left: 0px">
<DynamicHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />
<DynamicMenuItemStyle HorizontalPadding = "5px" VerticalPadding = "10px"
/>
<DynamicMenuStyle BackColor = "#F7F6F3" />
<DynamicSelectedStyle BackColor = "#5D7B9D" />
<Items>
<asp: MenuItem Text = "Inicio" Value = "Inicio" NavigateUrl = "HOME.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 4000W" Value = "Fotovoltaico 4000W" Na-
vigateUrl = "Fotovoltaico4000w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Fotovoltaico 200w" Value = "Fotovoltaico 200w" Navi-
gateUrl = "Fotovoltaico200w.aspx"> </asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Eólico" Value = "Eólico" NavigateUrl = "Eólico.aspx">
</asp: MenuItem>
<asp: MenuItem Text = "Baterias" Value = "Baterias" NavigateUrl = "Baterias.aspx"
> </asp: MenuItem>
</Items>
<StaticHoverStyle BackColor = "#7C6F57" ForeColor = "White" />

```

```

<StaticMenuItemStyle HorizontalPadding = "30px" VerticalPadding = "10px" />
<StaticSelectedItemStyle BackColor = "#5D7B9D" />
</asp: Menu>
</center> </td>
</tr>
</table> </center>
</form>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <h2 style = "color: #FFFFFF">
BATERIAS DE CICLO PROFUNDO</h2>
<p style = "color: #FFFFFF">
&nbsp;</p> </td> </tr>
</table> </center>
<center> <table style = "background-position: center; background-image: url(Imagenes/fondo-
azul-836335.png);" width = "95 %">
<tr> <td> <center> <h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Las baterías almacenan la energía proveniente de los módulos solares para que pue-
da ser usada durante la noche, su tamaño es determinado por los períodos de nubla-
dos esperados.
</h2>
<h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
El tiempo de vida de una batería depende de la profundidad de régimen carga-
descarga (ciclado), es por ello que el tamaño de banco de baterías es determinante
en su vida útil
</h2>
<h2 style = "font-family: Cambria; color: #2B2B2B">
Una batería con una capacidad de 1 Ah debería ser capaz de suministrar continua-
mente una corriente de 1 amperio durante exactamente 1 hora, o 2 amperios durante
1/2 hora, o de 1/3 de amperio durante 3 horas, etc, antes de quedar completamente
descargada. En una batería ideal, esta relación entre corriente continua y el tiempo
de descarga es estable y favorable, pero las baterías reales no se comportan exac-
tamente como esta fórmula lineal simple indicaría. Por lo tanto, cuando se da una
capacidad en Ah para una batería, se especifica para un tiempo determinado y para
una corriente determinada. Si lo anterior no se indica, la cifra de Ah se supone para
un periodo de tiempo de 8 horas.
</h2>
</td> </tr>
<center> <table width = "95 %">
<tr> <td> <center>
<img src = "Imagenes/agm-gel-ultracell-ucg-200-ah-large.jpg" />
</center> </td> </tr>
</table> </center>
</body>
</html>

```

## Apéndice V: Hoja de costos

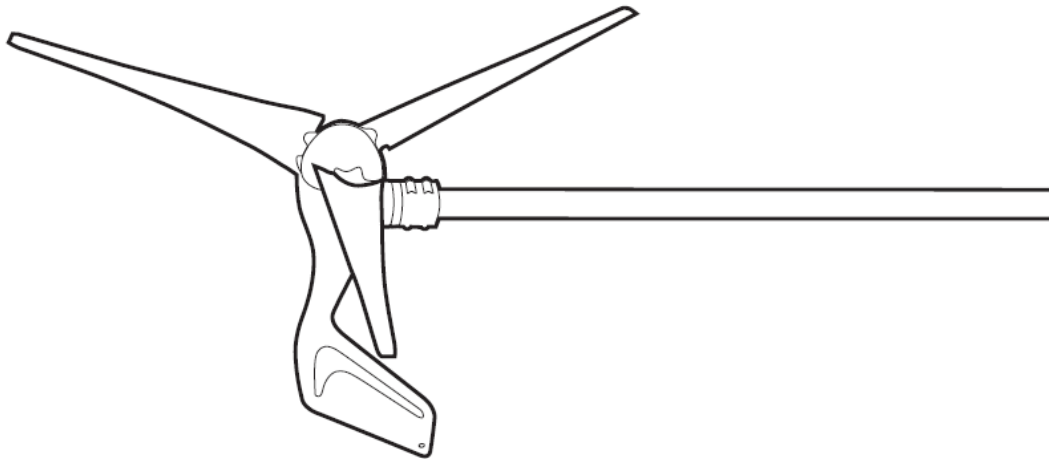
ViCir-Solar					
Calle 11 pte. #5915 Col. Reforma Sur Puebla, pue C.P. 72160		T: (01)044 22 25 12 18 41 F: N/A	vicpaga@msn.com		
Facturar a:	Tailspring Toys	Teléfono:	432-555-0178	Factura #:	00001 3-456-1
Dirección:	345 Cherry Street Albany SD, 123456	Fax:	432-555-0187	Fecha de la factura:	15/06/2015
		Correo electrónico:	victorhdezr@live.com.mx		
Factura para: Proyecto 1					
Element	Descripción	Cantidad	Precio unita	Descuento	Precio
1	Transductor de voltaje LV-25P	2	\$110.00	\$0.00	\$220.00
2	Transductor de corriente LA-55P	3	\$50.00	\$0.00	\$150.00
3	Diodo Schottky	2	\$35.00	\$0.00	\$70.00
4	Módulo Bluetooth	1	\$200.00	\$0.00	\$200.00
5	Microcontrolador PIC16F877A	1	\$95.00	\$0.00	\$95.00
6	Potenciómetros de precisión (Trim-Pot)	8	\$20.00	\$0.00	\$160.00
7	Puente de diodos a 2 amperes	1	\$10.00	\$0.00	\$10.00
8	Capacitores electrolíticos 470 uF	4	\$3.00	\$0.00	\$12.00
9	Capacitores electrolíticos 1 uF	2	\$3.00	\$0.00	\$6.00
10	Capacitores ceramicos 10 nF	2	\$1.00	\$0.00	\$2.00
12	Capacitores ceramicos 100 nF	2	\$1.00	\$0.00	\$2.00
13	Capacitores ceramicos 22 pF	2	\$2.00	\$0.00	\$4.00
14	Oscilador Cristal 4 Mhz	1	\$10.00	\$0.00	\$10.00
15	Regulador de voltaje 7805	1	\$10.00	\$0.00	\$10.00
16	Regulador de voltaje 7815	1	\$15.00	\$0.00	\$15.00
17	Regulador de voltaje 7915	1	\$15.00	\$0.00	\$15.00
18	Resistencia de 1 Kohm	1	\$1.00	\$0.00	\$1.00
19	Push button	1	\$5.00	\$0.00	\$5.00
20	Clemas de 2 entradas	6	\$10.00	\$0.00	\$60.00
21	Clema de 3 entradas	1	\$15.00	\$0.00	\$15.00
22	Placa fenolica 10X15 cm	1	\$15.00	\$0.00	\$15.00
23	Disipador de calor	2	\$10.00	\$0.00	\$20.00
24	Transformador de 24 V a 500 mA.	1	\$80.00	\$0.00	\$80.00
25	Zocalo de 40 pines	1	\$10.00	\$0.00	\$10.00
26	Mano de obra	1	\$2,000.00	\$0.00	\$2,000.00
Subtotal de la factura					\$3,187.00
Tasa del impuesto					16.00%
Impuesto a las ventas					509.92
Otros					
Depósito recibido					
<b>TOTAL</b>					<b>\$3,696.92</b>
Extender todos los cheques a nombre de ViCir-Solar. El total vence en <#> días. Las cuentas vencidas están sujetas a un cargo de servicio de <#>% por mes.					

Figura 3: Cotización de la tarjeta de adquisición de datos

# **ANEXOS**

## Anexo I: Aerogenerador AIR 30

Tomada de la página <http://www.primuswindpower.com/files/2213/8972/7061/PrimusAirManualSpanish.pdf>



**air**<sup>TM</sup>

**MANUAL DEL USUARIO**  
Instalación • Funcionamiento • Mantenimiento

**air** BREEZE

**air** 40

**air** 30

Primus Wind Power, Inc.  
988 Quail Street  
Lakewood, CO 80215 EE. UU.  
Teléfono: 303.242.6820

[www.primuswindpower.com](http://www.primuswindpower.com)

**MADE IN THE USA**  
© 2013 Primus Wind Power, Inc.  
Reservados todos los derechos

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AIR

Modelo AIR Breeze y AIR 40

Peso 13 lb. / 6 kg

Diámetro del rotor 46 pulg. / 1,17 m

Velocidad de viento de encendido 7 mph / 3,1 m/s

Kilovatios hora/mes 38 kWh/mes a 12 mph/5,4 m/s de velocidad media del viento

Velocidad máxima del viento 110 mph

Potencia nominal 160 vatios a 28 mph/12,5 m/s de velocidad de viento

Rango de temperatura de funcionamiento AIR Breeze y AIR 40 están certificados según los requisitos de IEC que se aplican a rangos de temperatura de 14 °F (-10 °C) a 104 °F (40 °C). AIR 40 está certificado según CSA.

### Valor de consigna de regulación de voltaje (ajuste de fábrica)

Sistemas de 12 voltios	14,1 voltios
Sistemas de 24 voltios	28,2 voltios
Sistemas de 48 voltios	26,4 voltios

### Rango de ajuste del regulador

Sistemas de 12 voltios	tra 13,6 e 17,0V (aproximadamente)
Sistemas de 24 voltios	tra 27,2 e 34,0V (aproximadamente)
Sistemas de 48 voltios	tra 54,4 e 68,0V (aproximadamente)

### Tamaño de fusible recomendado (AIR 40 y AIR Breeze)

Sistemas de 12 voltios	20 A (acción retardada)
Sistemas de 24 voltios	10 A (acción retardada)
Sistemas de 48 voltios	5 A (acción retardada)

### Tamaño de fusible recomendado (AIR 30)

Sistemas de 12 voltios	40 A (acción retardada)
Sistemas de 24 voltios	20 A (acción retardada)
Sistemas de 48 voltios	10 A (acción retardada)

### Cargas de la torre

Empuje del eje\* 52 lb. a 100 mph de velocidad de viento (230 n a 45 m/s). \*El valor no incluye el factor de seguridad. Primus Wind Power recomienda un factor de seguridad de 1,5.

air 30

Modelo AIR 30

Peso 13 lb. / 6 kg

Diámetro del rotor 46 pulg. / 1,17 m

Velocidad de viento de encendido 8 mph / 3,6 m/s

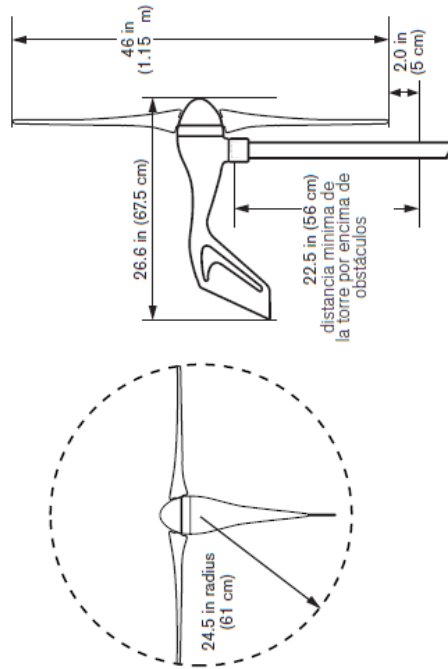
Kilovatios hora/mes 30 kWh/mes a 12 mph/5,4 m/s de velocidad media del viento

Velocidad máxima del viento 110 mph

Potencia nominal 400 vatios a 28 mph/12,5 m/s de velocidad de viento

Certificaciones CSA, CE

Las turbinas AIR 30 reúnen todos los requisitos para obtener la marca de CSA con indicadores «C» y «US». Los indicadores «C» y «US» significan que el producto ha sido evaluado según las normas CSA y ANSI/UL aplicables para utilizarse en Canadá y en EE.UU.



## Anexo II: Panel fotovoltaico 265 Watts

Tomada de la página <https://www.altestore.com/mmsolar/Others/SW265%20Mono%202.5%20Frame.pdf>

# Sunmodule<sup>+</sup> SW 265 mono / 2.5 Frame

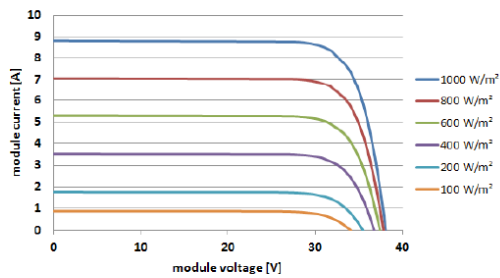
### PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)\*

Maximum power	$P_{max}$	265 Wp
Open circuit voltage	$V_{oc}$	38.1 V
Maximum power point voltage	$V_{mpp}$	31.9 V
Short circuit current	$I_{sc}$	8.82 A
Maximum power point current	$I_{mpp}$	8.33 A

\*STC: 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

### THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
$TC I_{sc}$	0.004 %/K
$TC V_{oc}$	-0.30 %/K
$TC P_{mpp}$	-0.45 %/K
Operating temperature	-40°C to 85°C



### PERFORMANCE AT 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

Maximum power	$P_{max}$	187.6 Wp
Open circuit voltage	$V_{oc}$	34.3 V
Maximum power point voltage	$V_{mpp}$	28.7 V
Short circuit current	$I_{sc}$	7.12 A
Maximum power point current	$I_{mpp}$	6.66 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m<sup>2</sup>, 95% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m<sup>2</sup>) is achieved.

### COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline
Cell dimensions	6.14 in x 6.14 in (156 mm x 156 mm)
Front	Tempered glass (EN 12150)
Frame	Clear anodized aluminum
Weight	46.7 lbs (21.2 kg)

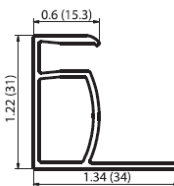
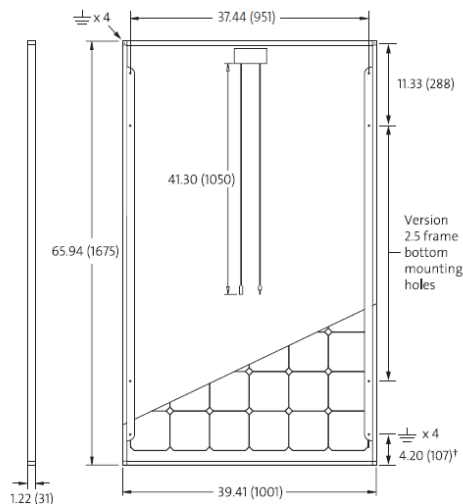
### SYSTEM INTEGRATION PARAMETERS

Maximum system voltage SC II	1000 V	
Max. system voltage USA NEC	600 V	
Maximum reverse current	16 A	
Number of bypass diodes	3	
UL Design Loads*	Two rail system	113 psf downward 64 psf upward
UL Design Loads*	Three rail system	170 psf downward 64 psf upward
IEC Design Loads*	Two rail system	113 psf downward 50 psf upward

\*Please refer to the Sunmodule installation instructions for the details associated with these load cases.

### ADDITIONAL DATA

Power sorting <sup>1</sup>	-0 Wp / +5 Wp
J-Box	IP65
Connector	MC4
Module efficiency	15.81 %
Fire rating (UL 790)	Class C



#### VERSION 2.5 FRAME

- Compatible with both "Top-Down" and "Bottom" mounting methods
- Grounding Locations:
  - 4 corners of the frame
  - 4 locations along the length of the module in the extended flange<sup>†</sup>

**NEW!**

Black & Veatch validated PAN files now available. Ask your account manager for more information.

## Anexo III: Inversor fronius IG-PLUS

Tomada de la página [https://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-970E3892-27305213/fronius\\_usa/hs.xml/2714\\_1485.htm](https://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-970E3892-27305213/fronius_usa/hs.xml/2714_1485.htm)

9/18/13

Fronius USA LLC - Products - Grid-Connected PV Inverters

**FRONIUS** USA LLC



### Fronius IG Plus V 3.0-1 UNI / 3.8-1 UNI



**The universal PV inverter with maximum yield.**

Powerful and compact:

The smallest size inverter in the Fronius IG Plus family. Available in 3.0 and 3.8kW. Best suited for smaller solar applications such as residential and smaller commercial applications.

**Available Fronius IG Plus / IG Plus V Single Stage Inverters:**

3.0-1 UNI  
3.8-1 UNI

#### Technical Data

Fronius IG Plus	3.0-1UNI	3.8-1UNI
<b>Input data</b>		
Recommended PV-Power (kWp)	2.50-3.45	3.20-4.40
MPPT-Voltage range	230 - 500 V	230 - 500 V
Max. Input voltage range (at 1000 W/m <sup>2</sup> 14°F (-10°C) in open circuit operation)	600 V	600 V
Nominal Input Current	8.3 A	10.5 A
Max. usable Input Current	14.0 A	17.8 A
Admissible conductor size (DC)	No. 14-6 AWG	
<b>Output data</b>		
Nominal output power (PAC nom)	3000 W	3800 W
Max. continuous output power 104°F (40°C) 208 V / 240 V /	3000 W	3800 W

[www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-970E3892-27305213/fronius\\_usa/hs.xml/2714\\_1485.htm](http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-970E3892-27305213/fronius_usa/hs.xml/2714_1485.htm)

1/6

277 V

Nominal AC output voltage 208 V / 240 V / 277 V

Operating AC voltage range (default)	183 - 229 V (-12 / +10 %)
208 V	211 - 264 V (-12 / +10 %)
240 V	244 - 305 V (-12 / +10 %)
277 V	

Maximum continuous output current	14.4 A	18.3 A
208 V	12.5 A	15.8 A
240 V	10.8 A	13.7 A
277 V		

Admissible conductor size (AC) No. 14 - 4 AWG

Max. continuous utility back feed current 0 A

Nominal frequency 60 Hz

Operating frequency range 59.3 - 60.5 Hz

Total harmonic distortion &lt; 3 %

Power factor 1

**General data**

Max. Efficiency 96.2 %

CEC Efficiency		
208 V	95.0 %	95.0 %
240 V	95.5 %	95.5 %
277 V	95.5 %	95.5 %

Consumption in standby (night) &lt;1 W

Consumption during operation 8 W

Cooling Controlled forced ventilation, variable speed fan

Enclosure Type NEMA 3R

Unit Dimensions (W x H x D) 17.1 x 24.8 x 9.6. in.

Power Stage Weight 31 lbs. (14 kg)

Wiring Compartment Weight 24 lbs. (11 kg)

Admissing ambient operating temperature -13 ... 131°F (-25 ... + 55°C)

Compliance UL 1741-2005, IEEE1547-2003, IEEE 1547.1, ANSI/IEEE C62.41, FCC Part 15 A&amp;B, NEC Article 690, C22. 2 No. 107.1-01 (Sept. 2001)

**Safety equipment**

Ground fault protection Internal GFDI (Ground Fault Detector/Interrupter); in accordance with UL 1741-2005 and NEC Art. 690

DC reverse polarity protection Internal diode

## Anexo IV: Panel fotovoltaico 100 Watts

Tomada de la página <http://stores.erdm-solar.com/content/Fichas%20Tecnicas/Ficha%20tecnica%20100-110%20mono%20espa%C3%B1ol.pdf>



### Características Eléctricas

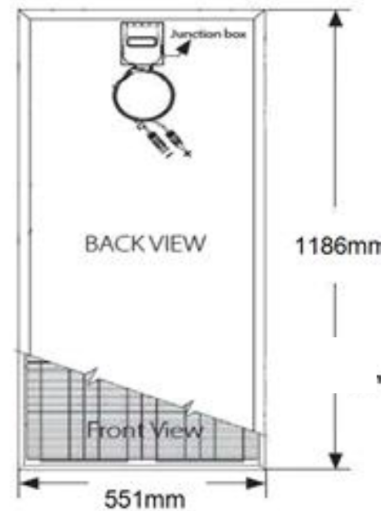
Características	ERDM 100 M5	ERDM 105 M5	ERDM 110 M5
Voltaje en Circuito Abierto (Voc)	22.45 V	22.54 V	22.60 v
Voltaje de Operación Optimo (Vmp)	18.86 V	18.91 V	18.98 v
Corriente de Cortocircuito (Isc)	5.65 A	5.81 A	6.1 A
Corriente de Operación Óptima (Imp)	5.33 A	5.50 A	5.80 a
Potencia Máxima en STC (Pmax)	100 W	105 W	110 w
Temperatura de Operación (°C)	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90
Máximo Voltaje del Sistema	1000 V	1000 V	1000 V
Máximo Valor del Fusible	10 A	10 A	10 A
Tolerancia de Potencia	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %
Eficiencia	15.30%	16.06%	16.83%

Mono Serie  
Módulo de 36 celdas

STC: Irradiancia  $1000 \text{ W/m}^2$ , Temperatura del Módulo  $25^\circ\text{C}$ , AM=1.5

### Características Mecánicas

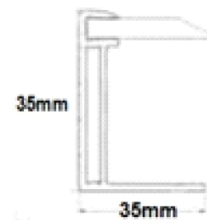
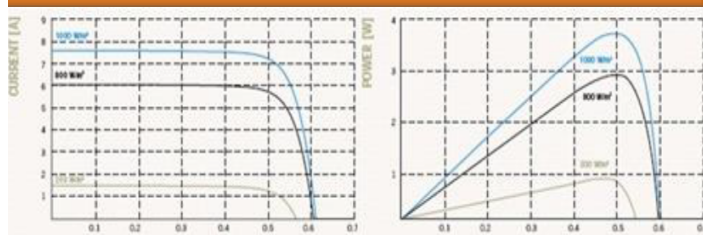
Celda solar	Monocristalina
No. de celdas	36 (4 x 9)
Dimensiones	1186mm x 551mm x 35mm
Peso aprox.	9 Kg
Cristal frontal	Cristal Templado Estructurado de 3.2 mm
Marco	Aluminio Anodizado
Caja de conexión	MC4 Junction Box para PV Module IP65



### Coefficientes de Temperatura

Coefficiente de temperatura de potencia (Pmax)	-0.46 %/k
Coefficiente de temperatura de voltaje (Voc)	-0.34 %/k
Coefficiente de temperatura de corriente (Isc)	0.020 %/k

### IV-Curva



## Anexo V: Microcontrolador PIC16F877A

Tomada de la página <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582C.pdf>



# PIC16F87XA

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin  
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during Sleep via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™  
(Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with  
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital  
Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference  
(VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device  
inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash  
program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM  
memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)  
via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

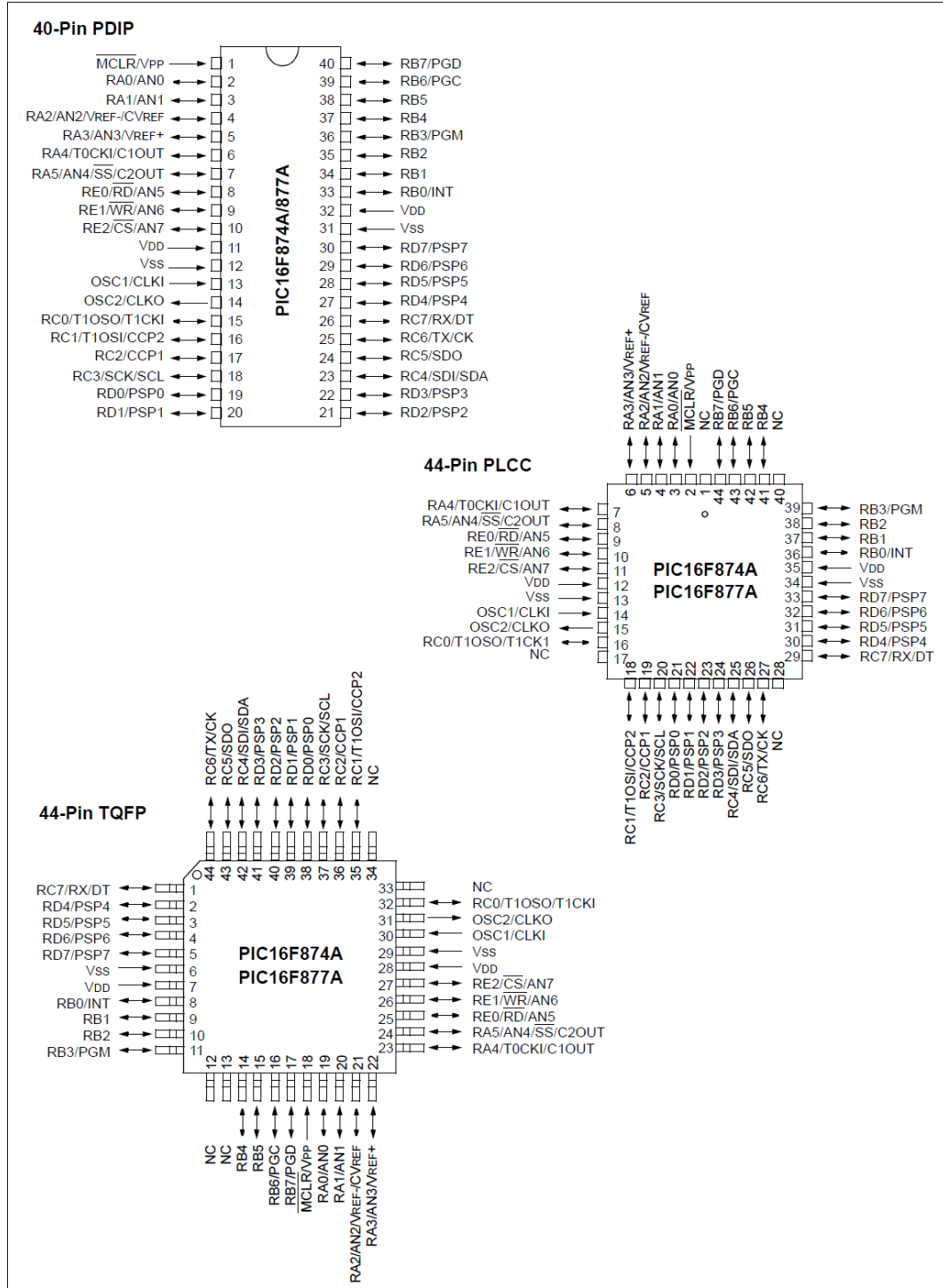
### CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM  
technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

# PIC16F87XA

## Pin Diagrams (Continued)



# PIC16F87XA

**TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	27	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	28	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	1	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	2	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	3	I/O I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	4	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs.  Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I <sup>2</sup> C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
VSS	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

**Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 4-5: PORTC FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RC0/T1OSO/T1CKI	bit 0	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator output/Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	bit 1	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	bit 2	ST	Input/output port pin or Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	bit 3	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock for both SPI and I <sup>2</sup> C modes.
RC4/SDI/SDA	bit 4	ST	RC4 can also be the SPI data in (SPI mode) or data I/O (I <sup>2</sup> C mode).
RC5/SDO	bit 5	ST	Input/output port pin or Synchronous Serial Port data output.
RC6/TX/CK	bit 6	ST	Input/output port pin or USART asynchronous transmit or synchronous clock.
RC7/RX/DT	bit 7	ST	Input/output port pin or USART asynchronous receive or synchronous data.

Legend: ST = Schmitt Trigger input

**TABLE 4-6: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTC**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other Resets
07h	PORTC	RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged

## Anexo VI: Transductor de corriente LA-55P

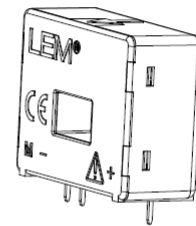
Tomada de la página <http://www.lem.com/docs/products/la%2055-p%20e.pdf>



### Current Transducer LA 55-P

For the electronic measurement of currents: DC, AC, pulsed..., with galvanic isolation between the primary circuit (high power) and the secondary circuit (electronic circuit).

$I_{PN} = 50 \text{ A}$



16019

#### Electrical data

$I_{PN}$	Primary nominal current rms	50	A
$I_{PM}$	Primary current, measuring range	0 .. $\pm 70$	A
$R_M$	Measuring resistance	$T_A = 70^\circ\text{C}$	
		$R_{M \min}$	$R_{M \max}$
		with $\pm 12 \text{ V}$	@ $\pm 50 \text{ A}_{\max}$
		@ $\pm 70 \text{ A}_{\max}$	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$	
		$R_{M \min}$	$R_{M \max}$
		with $\pm 15 \text{ V}$	@ $\pm 50 \text{ A}_{\max}$
		@ $\pm 70 \text{ A}_{\max}$	
$I_{SN}$	Secondary nominal current rms	50	mA
$K_N$	Conversion ratio	1 : 1000	
$V_C$	Supply voltage ( $\pm 5 \%$ )	$\pm 12 \dots 15$	V
$I_C$	Current consumption	10 (@ $\pm 15 \text{ V}$ ) + $I_S$	mA

#### Accuracy - Dynamic performance data

X	Accuracy @ $I_{PN}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	@ $\pm 15 \text{ V}$ ( $\pm 5 \%$ )	$\pm 0.65$	%
		@ $\pm 12 \dots 15 \text{ V}$ ( $\pm 5 \%$ )	$\pm 0.90$	%
$\epsilon_L$	Linearity error		< 0.15	%
$I_O$	Offset current @ $I_p = 0$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	Typ	Max	mA
$I_{OM}$	Magnetic offset current <sup>3)</sup> @ $I_p = 0$ and specified $R_M$ after an overload of $3 \times I_{PN}$		$\pm 0.2$	mA
$I_{OT}$	Temperature variation of $I_O$	-25°C .. +85°C	$\pm 0.1$	$\pm 0.6$
		-40°C .. -25°C	$\pm 0.2$	$\pm 1.0$
$t_{ra}$	Reaction time to 10 % of $I_{PN}$ step		< 500	ns
$t_r$	Response time to 90 % of $I_{PN}$ step		< 1	$\mu\text{s}$
di/dt	di/dt accurately followed		> 200	A/ $\mu\text{s}$
BW	Frequency bandwidth (-1 dB)		DC .. 200	kHz

#### General data

$T_A$	Ambient operating temperature	-40 .. +85	°C
$T_S$	Ambient storage temperature	-40 .. +90	°C
$R_S$	Secondary coil resistance	@ $T_A = 70^\circ\text{C}$	80 $\Omega$
		@ $T_A = 85^\circ\text{C}$	85 $\Omega$
m	Mass	18	g
	Standards	EN 50178: 1997	

Notes: <sup>1)</sup> Measuring range limited to  $\pm 60 \text{ A}_{\max}$   
<sup>2)</sup> Measuring range limited to  $\pm 55 \text{ A}_{\max}$   
<sup>3)</sup> Result of the coercive field of the magnetic circuit.

#### Features

- Closed loop (compensated) current transducer using the Hall effect
- Printed circuit board mounting
- Isolated plastic case recognized according to UL 94-V0.

#### Advantages

- Excellent accuracy
- Very good linearity
- Low temperature drift
- Optimized response time
- Wide frequency bandwidth
- No insertion losses
- High immunity to external interference
- Current overload capability.

#### Applications

- AC variable speed drives and servo motor drives
- Static converters for DC motor drives
- Battery supplied applications
- Uninterruptible Power Supplies (UPS)
- Switched Mode Power Supplies (SMPS)
- Power supplies for welding applications.

#### Application domain

- Industrial.

## Current Transducer LA 55-P

### Isolation characteristics

$V_d$	Rms voltage for AC isolation test, 50 Hz, 1 min	2.5	kV
$\hat{V}_w$	Impulse withstand voltage 1.2/50 $\mu$ s	5.7	kV
		Min	
dCp	Creepage distance	5	mm
dCI	Clearance distance	5	mm
CTI	Comparative Tracking Index (group IIIa)	175	

### Applications examples

According to EN 50178 and IEC 61010-1 standards and following conditions:

- Over voltage category OV 3
- Pollution degree PD2
- Non-uniform field

	EN 50178	IEC 61010-1
dCp, dCI, $\hat{V}_w$	Rated isolation voltage	Nominal voltage
Single isolation	500 V	500 V
Reinforced isolation	250 V	250 V

### Safety



This transducer must be used in electric/electronic equipment with respect to applicable standards and safety requirements in accordance with the manufacturer's operating instructions.



Caution, risk of electrical shock

When operating the transducer, certain parts of the module can carry hazardous voltage (eg. primary busbar, power supply). Ignoring this warning can lead to injury and/or cause serious damage. This transducer is a build-in device, whose conducting parts must be inaccessible after installation.

A protective housing or additional shield could be used. Main supply must be able to be disconnected.

## Anexo VII: Transductor de Voltaje LV 25P

Tomada de la página [http://www.lem.com/docs/products/lv %2025-p.pdf](http://www.lem.com/docs/products/lv%2025-p.pdf)



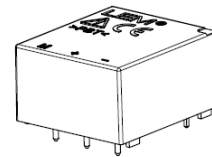
### Voltage Transducer LV 25-P

For the electronic measurement of currents: DC, AC, pulsed..., with galvanic isolation between the primary circuit and the secondary circuit.



16084

$I_{PN} = 10 \text{ mA}$   
 $V_{PN} = 10 \dots 500 \text{ V}$



#### Electrical data

$I_{PN}$	Primary nominal current rms	10	mA	
$I_{FM}$	Primary current, measuring range	$0 \dots \pm 14$	mA	
$R_M$	Measuring resistance	$R_{M \min}$ $R_{M \max}$		
				with $\pm 12 \text{ V}$
		@ $\pm 14 \text{ mA}_{\max}$	30   100	$\Omega$
	with $\pm 15 \text{ V}$	@ $\pm 10 \text{ mA}_{\max}$	100   350	$\Omega$
	@ $\pm 14 \text{ mA}_{\max}$	100   190	$\Omega$	
$I_{SN}$	Secondary nominal current rms	25	mA	
$K_N$	Conversion ratio	2500 : 1000		
$V_C$	Supply voltage ( $\pm 5 \%$ )	$\pm 12 \dots 15$	V	
$I_C$	Current consumption	$10 (@ \pm 15 \text{ V}) + I_S$	mA	

#### Accuracy - Dynamic performance data

$X_G$	Overall accuracy @ $I_{PN}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ @ $\pm 12 \dots 15 \text{ V}$	$\pm 0.9$	%		
		@ $\pm 15 \text{ V} (\pm 5 \%)$	$\pm 0.8$	%	
$\epsilon_L$	Linearity error	< 0.2	%		
		Typ	Max		
$I_O$	Offset current @ $I_p = 0$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.06$	$\pm 0.15$	mA	
		$\pm 0.10$	$\pm 0.35$	mA	
$I_{OT}$	Temperature variation of $I_O$	$0^\circ\text{C} \dots +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.06$	$\pm 0.25$	mA
		$+25^\circ\text{C} \dots +70^\circ\text{C}$	$\pm 0.10$	$\pm 0.35$	mA
$t_r$	Response time <sup>1)</sup> to 90 % of $I_{PN}$ step	40	$\mu\text{s}$		

#### General data

$T_A$	Ambient operating temperature	$0 \dots +70$	$^\circ\text{C}$
$T_S$	Ambient storage temperature	$-25 \dots +85$	$^\circ\text{C}$
$R_p$	Primary coil resistance @ $T_A = 70^\circ\text{C}$	250	$\Omega$
$R_s$	Secondary coil resistance @ $T_A = 70^\circ\text{C}$	110	$\Omega$
$m$	Mass	22	g
	Standard	EN 50178: 1997	

Note: <sup>1)</sup>  $R_l = 25 \text{ k}\Omega$  (L/R constant, produced by the resistance and inductance of the primary circuit).

#### Features

- Closed loop (compensated) current transducer using the Hall effect
- Isolated plastic case recognized according to UL 94-V0.

#### Principle of use

- For voltage measurements, a current proportional to the measured voltage must be passed through an external resistor  $R_l$ , which is selected by the user and installed in series with the primary circuit of the transducer.

#### Advantages

- Excellent accuracy
- Very good linearity
- Low thermal drift
- Low response time
- High bandwidth
- High immunity to external interference
- Low disturbance in common mode.

#### Applications

- AC variable speed drives and servo motor drives
- Static converters for DC motor drives
- Battery supplied applications
- Uninterruptible Power Supplies (UPS)
- Power supplies for welding applications.

#### Application domain

- Industrial.

## Voltage Transducer LV 25-P

### Isolation characteristics

$V_d$	Rms voltage for AC insulation test, 50 Hz, 1 min	2.5 <sup>1)</sup>	kV
$\hat{V}_w$	Impulse withstand voltage 1.2/50 $\mu$ s	16	kV
		Min	
dCp	Creepage distance	19.5	mm
dCI	Clearance	19.5	mm
CTI	Comparative Tracking Index (group IIIa)	175	

Note: <sup>1)</sup> Between primary and secondary.

### Applications examples

According to EN 50178 and IEC 61010-1 standards and following conditions:

- Over voltage category OV 3
- Pollution degree PD2
- Non-uniform field

	EN 50178	IEC 61010-1
dCp, dCI, $\hat{V}_w$	Rated insulation voltage	Nominal voltage
Basic insulation	1600 V	1600 V
Reinforced insulation	800 V	800 V

### Safety



This transducer must be used in electric/electronic equipment with respect to applicable standards and safety requirements in accordance with the manufacturer's operating instructions.



Caution, risk of electrical shock

When operating the transducer, certain parts of the module can carry hazardous voltage (eg. primary busbar, power supply). Ignoring this warning can lead to injury and/or cause serious damage. This transducer is a build-in device, whose conducting parts must be inaccessible after installation. A protective housing or additional shield could be used. Main supply must be able to be disconnected.

# Bibliografía y Referencias

- [1] Jose Ma. De Juana. *Energías renovables para el desarrollo*, editorial Paraninfo.
- [2] Michael Common /Sigrid Stagl. *Introducción a la Economía Ecológica*, editorial Reverté 2008.
- [3] Fernando Kramer. *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*, editorial Catarata 2003.
- [4] Tomas Perales Benito. *El universo de las energías renovables*, Marcombo S.A, 2012.
- [5] José Roldan Vilorio. *Energías renovables: lo que hay que saber*, Paraninfo, S.A. 2013.
- [6] Wendy Lorena Lozano Cardona. *Energías Renovables*, Pro México Inversión y Comercio, © 2014, ProMéxico.
- [7] M.C. Raúl Castillo Meraz, M.C. Roberto Carlos Martínez Montejano. *Sistema híbrido fotovoltaico-eólico para la generación de energía eléctrica*, Revista Tlatemoani.
- [8] Javier María Méndez Muñiz, Rafael Cuervo García. *Energía solar fotovoltaica*, Fundación Confemetal, ECA Instituto de Tecnología y Formación S.A.U. 2º Edición.
- [9] Nahle Sabag, Nasif. *Radiación Solar en la Capa Exterior de la Atmósfera Terrestre y Sobre la Superficie Terrestre (Suelo y Océano)*, Biology Cabinet. 7 de junio de 2011.
- [10] Miguel Moro Vallina. *Instalaciones solares fotovoltaicas*, Paraninfo S.A 2010, 1º Edición.
- [11] Oliver Style. *Energía solar autónoma. Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo*, Primera edición, Oliver Style, mayo 2012.
- [12] Ulloa, H., García M., Pérez A., Meulenert, A. y Ávila D. *Clima y radiación solar en las grandes ciudades: Zona metropolitana de Guadalajara (estado de Jalisco, México)*, Universidad de Guadalajara, México, 14 de febrero de 2012.

- [13] *Manuales sobre energía renovable, Solar Fotovoltaica*, Primera edición San José, Costa Rica, ©Copyright 2002, BUN-CA, Setiembre del 2002
- [14] Julieta C. Schallenberg Rodríguez. *Energías renovables y eficiencia energética*, Primera edición abril 2008, Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- [15] J. Serrano Pujol. *Proyectos de electrificación fotovoltaica para las diferentes necesidades*, [www.energuia.com](http://www.energuia.com)
- [16] Dr. Jorge A. Ruiz Vanoye, Dra. Ocotlán Díaz Parra y Dr. Alejandro Fuentes Penna. *El viajero Científico y Tecnológico*, Editorial Académica Dragón Azteca, Primera Edición 2014.
- [17] José Antonio Morales Sánchez. *Aplicación de Sistemas Fotovoltaicos*, Tesis, Universidad Veracruzana.
- [18] Amilcar Vercelli, Energías como bienes comunes. <http://www.energias.bienescomunes.org/2013/04/10/spectrolab-record-de-eficiencia-para-paneles-solares-sin-concentrador/>, Publicado 10 de Abril de 2013. Revisado 24/02/2015.
- [19] Cinthya María Verdugo Barceló. *Aportación al desarrollo de un inversor monofásico para sistemas fotovoltaicos interconectados con énfasis en la técnica de coordenadas DQ*, Tesis, Instituto Tecnológico de Sonora, Junio 2009.
- [20] Julio Fernández Ferichola *Caracterización de Módulos Fotovoltaicos con Dispositivo Portátil*, Tesis, Universidad Carlos III de Madrid.
- [21] Claudio A. E. Gasca, Jorge I. Samperio. *Energías alternativas: Propuesta de Investigación y Desarrollo Tecnológico para México*, Primera edición 2010 D.R. © 2010. Academia Mexicana de Ciencias.
- [22] suntechnology. <http://www.suntechnology.mx/servicio1.php> , Revisado 10/03/2015.
- [23] Héctor Domínguez González. *Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Cobaev 35 Xalapa*, Tesis de la Universidad Veracruzana, 22 de noviembre de 2012.
- [24] EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. *LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA*, Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de diciembre de 2013
- [25] El Financiero. <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/conermex-inaugura-el-parque-fotovoltaico-mas-grande-del-sureste-de-mexico.html> , Revisado 10/03/2015.
- [26] Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica. *Síntesis informativa 02 de marzo de 2015*, Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica.

- [27] Cecilia Navarro. *OASIS SOLAR, Hasta hace un año, México uno de los países con mayor irradiación solar promedio, no contaba con parques a gran escala que le permitieran aprovechar la luz natural para generar energía eléctrica*, Obras Octubre 2014.
- [28] Danish Wind Industry Association. [http://www.motiva.fi/myllarin\\_tuuli\\_voima/windpower%20web/es/pictures/brush.htm](http://www.motiva.fi/myllarin_tuuli_voima/windpower%20web/es/pictures/brush.htm), Revisado 13/03/2015.
- [29] Coordinación de Energías Renovables, Dirección Nacional de Promoción, Subsecretaría de Energía Eléctrica. *Energías Renovables 2008 - Energía Eólica*, Copyright (C) 2008 Secretaría de Energía
- [30] Luis Romero Lozano . *Operación y puesta en servicio de instalaciones de energía eólica*, Paraninfo 2013.
- [31] José A. C. González, Roque C. Pérez, Antonio C. Santos, Manuel-A. C. Gil. *Centrales de energías renovables, Generación eléctrica con energías renovables*, PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2009.
- [32] Empresa Fronius. *Fronius DATCOM Detail, Instrucciones de uso, Supervisión del equipo*, Archivo BA Fronius DATCOM ES.pdf.
- [33] Luis Miguel Blanco. *Programación en Visual Basic.NET*, Grupo EIDOS Consultoría y Documentación Informática, S.L., 2002.
- [34] Fernando O. Luna. *Visual Basic*, Fox Andina en coedición con Dalaga S.A., Edición 2011.
- [35] Francisco Charte Ojeda. *Programación con Visual Basic.NET*, Editorial ANAYA.
- [36] Gregorio Quintana Ortí. *Aprende Microsoft ACCESS*, Publicaciones de la Universitat Jaume I, D.L. 2003
- [37] Leonel José Paredes Madrid. *Automatización del banco de pruebas del grupo motor alternador del metro de caracas*, Tesis, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Noviembre 2006
- [38] Artinaid, Arte en tecnología a tu servicio. <http://www.artinaid.com/2013/04/carbon-mineral/> Revisado 08/04/2015.
- [39] Revista unam.mx Revista Digital Universitaria <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm>, Revisado 08/04/2015.
- [40] SolarForum <http://www.solarforum-sh.org/es/warum-engagieren-wir-uns/>, Revisado 08/04/2015.
- [41] Solartechnik-Photovoltaic. [http://referate.mezdata.de/sj2006/04solartechnik\\_andreas-pfaffenrot/ausarbeitung/photovoltaik.html](http://referate.mezdata.de/sj2006/04solartechnik_andreas-pfaffenrot/ausarbeitung/photovoltaik.html), Revisado 08/04/2015.

- [42] Conermex. <http://www.conermex.com.mx/files/image/proyectos/La%20lupita%20%C3%A1rea.jpg>, Revisado 08/04/2015.
- [43] Obras Web. <http://www.obrasweb.mx/obra-del-ano/2014/10/15/aura-solar>, Revisado 08/04/2015.
- [44] Centro urbano. <http://centrourbano.com/neoen-construira-parque-fotovoltaico-en-nuevo-leon/>, Revisado 08/04/2015.
- [45] Fronius México. [http://www.fronius.mx/cps/rde/xchg/SID-C3D8BF74-A71886ED/fronius\\_mexico/hs.xsl/169.htm](http://www.fronius.mx/cps/rde/xchg/SID-C3D8BF74-A71886ED/fronius_mexico/hs.xsl/169.htm), Revisado 08/04/2015.
- [46] Dave Evans. *Internet de las cosas, Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), Abril 2011.
- [47] Resumen ejecutivo. *El Internet de las Cosas, En un mundo conectado de objetos inteligentes*, fundación de la innovación bankinter, Accenture.