



**Centro de Investigación en  
Materiales Avanzados, s.c.**

**“Instalación de equipo didáctico FV”**

**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**Maestro En**  
**Energías Renovables**

**PRESENTA:**

**J. Francisco Butrón García**

**Generación**  
**2010-2012**

**Director de Tesis**

**Dr. José Alberto Duarte Moller**

## II. DEDICATORIA.

En primer lugar doy gracias a Dios por haberme brindado la fuerza y salud necesaria, para seguir adelante en esta etapa de mi vida y así poder culminarla satisfactoriamente, lo cual me llena de alegría y felicidad.

A mis hijos Francisco Javier Butrón, Brenda Elizabeth Butrón sin olvidara a mi esposa Alma Lidia que es mi inspiración para seguir adelante.

A mi Madre María Elena García, que es el instrumento de Dios, que siempre me ha acompañado con sus oraciones teniendo así la benevolencia del ser Supremo, permitiéndome tener vida para alcanzar este nuevo reto en mi vida.

### III. AGRADECIMIENTOS

A el Dr. José Alberto Duarte Moller por su soporte durante mis estudios de mi maestría y en la Realización de mi Tesis.

A la Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.

A mis maestros del Centro de Investigaciones de materiales Avanzados (CIMAV) por su incondicional apoyo y compartir sus conocimientos con su servidor.

#### **IV. RESUMEN.**

En la actualidad el uso irrazonable de los recursos no renovables ha permitido a muchos países ser fuente de energías, y han pasado a ser recursos caros y cada vez más difícil de extraer.

Es por ello la importancia de la explotación de los recursos naturales renovables, en particular la inmensa energía que radia nuestra estela solar, energía barata y fácil de extraer, en esta tesis se muestra una de tantas formas de explotar la energía solar, como es el caso de los paneles fotovoltaicos que transforman la radiación solar en Energía Eléctrica.

En la actualidad la necesidad de tener un prototipo didáctico, que sea capaz de arrojar datos técnicos y físicos es de gran importancia ya que con este equipo el alumno comprenderá fácilmente el funcionamiento, operación y la recolección de datos mediante instrumentos de medición que mostraran el funcionamiento y operación de los componentes de un Sistema Fotovoltaico.

Este equipo sería inicialmente un prototipo físico instalado en la universidad, con el objetivo único de experimentación y de la elaboración de prácticas.

## V. ABSTRACT

Today the unreasonable use of non-renewable resources to ceased for many countries to be a source of energy, and have become expensive resources and becoming more difficult to extract.

That is why the importance of the exploitation of renewable natural resources, in particular the immense energy that radiates our solar wake, energy cheap and easy to remove, this article demonstrates one of many ways of exploiting solar energy, as in the case of FV, which transform solar radiation, in the generation of electric power.

At present the necessity of having an educational solar collector, which is able to arrogate physical and technical data, is of great importance since with this team the student will understand easily the performance, operation and data collection by means of measuring instruments essential for the functioning and operation of the collectors.

This team would be in prototype installed in the University, with the basic objective of experimentation

## VI. INDICE

II. DEDICATORIA.....	2
III. AGRADECIMIENTOS .....	3
IV. RESUMEN.....	4
V. ABSTRACT.....	5
VI. INDICE.....	6
CAPITULO 1 .....	7
1.1 PARTICIPANTES.....	7
1.2 POBLACION .....	8
1.3 MUESTRA.....	9
CAPITULO 2 .....	10
2.1 INTRODUCCION .....	10
2.2 ANTECEDENTES .....	12
2.3 INSTALACION DE EQUIPO DIDACTICO FV .....	14
2.4 CONTEXTO .....	17
CAPITULO 3 .....	18
3.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	18
3.2 PROCESO DE INSTALACION DE SISTEMA DIDACTICO .....	19
3.3 CONCEPTOS .....	29
CAPITULO 4 .....	32
4.1 JUSTIFICACION .....	32
4.2 HIPOTESIS.....	33
CAPITULO 5 .....	34
5.1 DESARROLLO Y METODOS.....	34
CAPITULO 6 .....	36
6.1 RESULTADOS .....	36
CAPITULO 7 .....	40
7.1 CONCLUSIONES .....	40
7.2 BIBLIOGRAFIA .....	42
7.3 APENDICES .....	44
7.4 GLOSARIO .....	50

## CAPITULO 1

### 1.1 PARTICIPANTES

A continuación se proporciona la lista de participantes en el proyecto.

- a) Alumno de TSU en energías renovables:  
Instalación de Equipo Didáctico fotovoltaico
- b) Docente de la carrera de Energías Renovables
- c) Docente de la Carrera de Mecatrónica  
Instalación de Equipo Didáctico Fotovoltaico
- d) Responsable de laboratorios:  
Salvaguardar y administrar la disponibilidad de los laboratorios

## 1.2 POBLACION

El resultado de este proyecto impacta directamente en la Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo, Universidad compuesta de dos divisiones.

1.- Área académica técnica de Desarrollo científico y Tecnológico

- a) TSU en Energías Renovables
- b) Ingeniería en Energías Renovables
- c) TSU en Mantenimiento area Instalaciones
- d) TSU en Meca trónica área Automatización

Dentro del resultado también se incluye a la Población de la Universidad Tecnológica ya que mediante la instalación de este equipo didáctico se podrán beneficiar, ya que atreves de el podrán realizar prácticas dentro de la carrera de TSU en Energías renovable. Así como también en Ingeniería renovables.



### 1.3 MUESTRA

La instalación requerida fueron realizadas en un espacio que se tenía en Laboratorios de la institución, los paneles fotovoltaicos en el exterior y Mediante la instalación de medidores de temperatura, voltaje corriente se complemento este kit didáctico.

Siendo el objetivo final, para el uso del alumnado y el profesorado.

Para poder realizar prácticas de medición de paneles fotovoltaico, comportamiento al incremento de la temperatura. Efectos de cambios de ángulos.

Los parámetros a medir son el voltaje, la corriente, y la potencia generada por cada uno de los paneles.

Además de mediante los medidores incluidos, poder medir el comportamiento de carga y descarga de baterías del sistema fotovoltaico, etc.

El uso de este sistema didáctico permitirá la generación del conocimiento, además de aportar en el cambio de cultura en el uso de energías renovables

## CAPITULO 2

### 2.1 INTRODUCCION

El Proyecto consiste en tener una herramienta de uso simple para los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo y otros posibles usuarios dedicados al diseño e instalación de Sistemas fotovoltaicos

Consta de una serie de componentes que integran el sistema didáctico Fotovoltaico y medidor que nos ayudaran a cuantificar parámetros importantes tales como la posición ideal del panel fotovoltaico, total de flujo de corriente generado por cada panel además de la Eficiencia de los paneles fotovoltaicos entre otros.

Con este Equipo didáctico se pueden hacer análisis comparativo de estos parámetros en diferentes épocas del año además visualizar comportamiento de los elementos utilizando en este sistema de paneles fotovoltaicos

Iniciaremos con una explicación de lo que es el Sistema didáctico Fotovoltaico y podemos decir que es un dispositivo cuyas partes básicas son:

- a).-paneles fotovoltaicos,
- b).- Controlador de carga de baterías
- c).- Banco de Baterías
- d).- Multilog Pro(medidor con accesorios incluidos)
- e).- Cableado para la interconexión
- f).-Tinalab(osciloscopio portable)

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

Una de las ventajas del sistema didáctico fotovoltaico es que utilizan ambas la radiación Solar Directa, La radiación Solar Difusa. Adicionalmente es un Diseño en donde podemos mover de ángulo y con esto podemos corroborar el cambio de la de generación de los parámetros de voltaje, corriente, potencia.

.

## 2.2 ANTECEDENTES

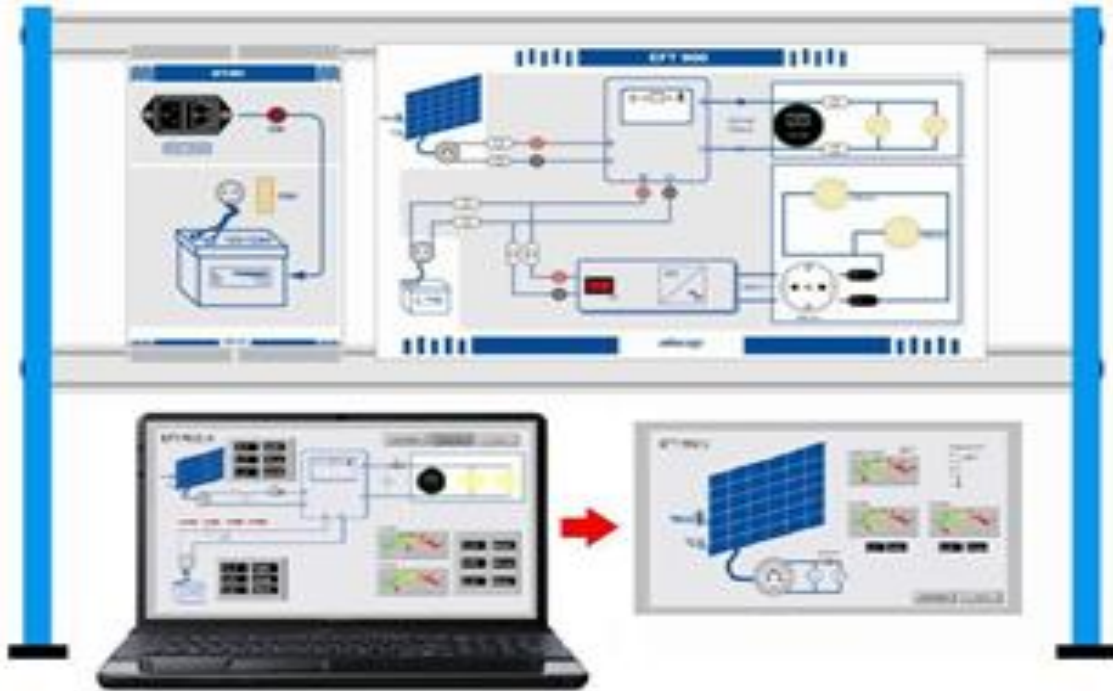


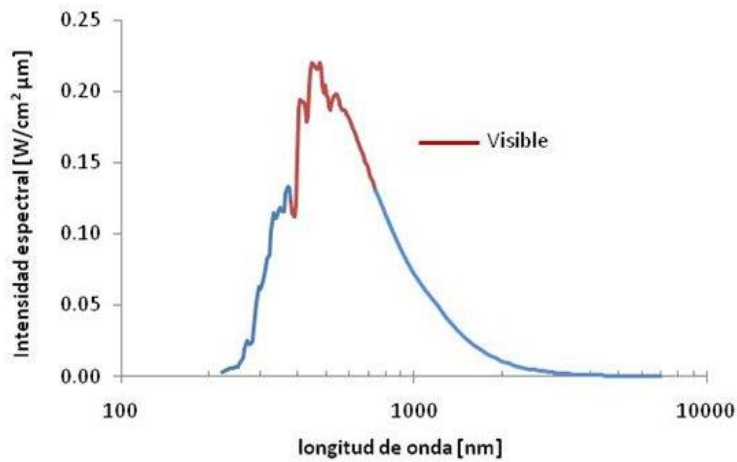
Figura 2.1 Equipos Didácticos existentes en el Mercado:

En la figura 2.1 se muestran algunos de los productos que existen en el mercado y diremos algunas de las Características.

Panel didáctico donde se integran los elementos propios de una instalación fotovoltaica autónoma, una tarjeta interface con circuitos acondicionadores y relés, y una tarjeta de adquisición de datos USB 6008 para la captación de las magnitudes a medir y el control de la instalación. El software para la realización de las actividades, la toma de medidas, realización de ensayos y control de la instalación se realiza en LabVIEW 2010.

La radiación que se genera en el interior del Sol, está compuesta básicamente por radiación gamma y rayos X. Sin embargo, no es esta la radiación que se emite desde el Sol al espacio exterior. Debido a la interacción de entre la radiación y la materia, las capas que rodean al núcleo, absorben y reemiten continuamente la radiación, a lo largo del radio solar, toda la radiación proveniente desde el interior. Finalmente la energía que se libera desde la fotosfera es un continuo de frecuencias en las que predomina la radiación visible e infrarroja (tabla 1.1). La energía *radiada* por el Sol al espacio se conoce comúnmente como *radiación solar*. La forma en que se distribuye la radiación solar a diferentes longitudes de onda se le conoce como *distribución espectral* (figura 1.2). En la figura 1.2 se presenta un ejemplo de la distribución espectral fuera de la atmósfera terrestre, en

la cual podemos observar el máximo de intensidad a una longitud de onda de 460 nm.



**Figura 1.2** Espectro de la radiación solar en escala logarítmica

**Tabla 1.2** Clasificación de la radiación de acuerdo con su longitud de onda y su contribución al espectro de energías del sol fuera de la atmósfera [XX].

Long. de Onda	Tipo de Radiación	% del Espectro
< 1 nm	Rayos X y rayos gama	
1 nm - 200 nm	Ultravioleta lejano	< .02 %
200 nm - 315 nm	Ultravioleta medio	2.0 %
315 nm - 380 nm	Ultravioleta cercano	5.3 %
380 nm - 720 nm	Visible	43.5 %
720 nm - 1.5 μ	infrarrojo cercano	36.8 %
1.5 μ - 5.6 μ	infrarrojo medio	12.1 %
5.6 μ - 1 mm	infrarrojo lejano	< 0.3 %
> 1mm	micro y ondas de radio	

## 2.3 INSTALACION DE EQUIPO DIDACTICO FV

Para realizar el siguiente proyecto utilizaremos 2 Paneles fotovoltaicos, que la Universidad Tecnológica tiene como parte de equipamiento paneles, por lo que se tomó la decisión de utilizar los paneles de 90 watts , para conformara el proyecto.

Para la presente Instalación del equipo didáctico, Tenemos los siguientes componentes

- 1.-Multilog PRO
- 2.-Paneles fotovoltaicos
- 3.-Controlador (regulador de Voltaje)
- 4.-banco de baterías
- 5.-Software de Multilog PRO
- 6- Computadora
- 7.-cableado para las Interconexiones del Kit.

## Componentes del sistema didáctico fotovoltaico



□ **Paneles Fotovoltaicos**



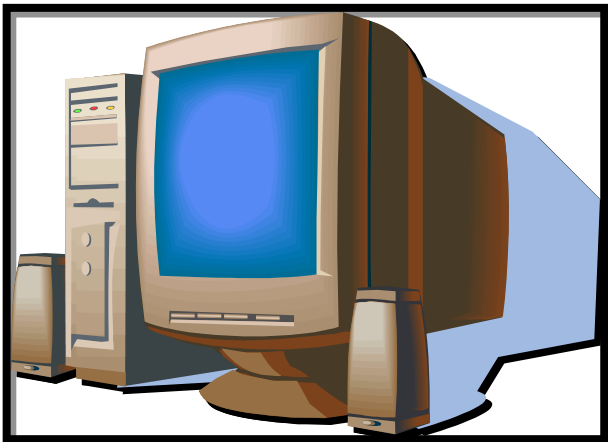
□ **Controlador de Carga**



**Inversor sin conexión a RED**



**MultilogPro.**



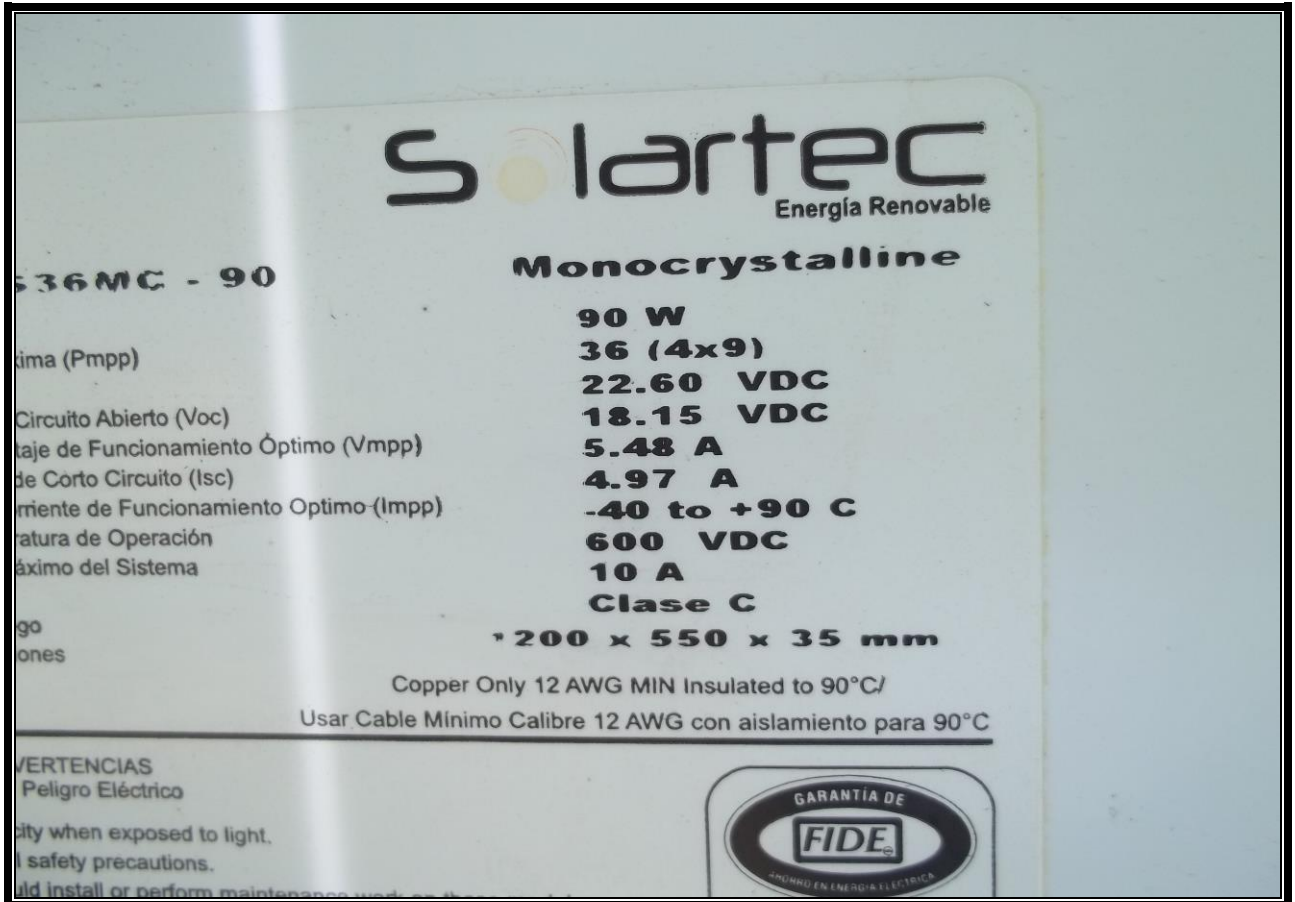
□ **Computadora**



**Banco de Baterías**

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

Enseguida mostramos el Modelo y numero de parte del los paneles fotovoltaicos



Grafica 2. Especificaciones técnicas de Paneles Fotovoltaicos Instalados en Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo



## 2.4 CONTEXTO

La presente investigación se llevara acabo en la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas, la cual es una importante frontera co Estados Unidos de America

El municipio tiene una superficie de 1,334.02 km<sup>2</sup>.El clima del Municipio de Nuevo Laredo se caracteriza por ser el más seco y extremo del estado de Tamaulipas, con grandes oscilaciones en la temperatura que varía desde los -3° C en invierno, hasta los 46° C en verano. La precipitación pluvial media anual es de 472.5 mm<sup>3</sup>. El viento predominante proviene del sur.

El Municipio cuenta con un sistema hidrográfico donde el principal río es el Río Bravo, el cual nace en Estados Unidos de América y sirve de límite entre México y aquel país desde 1848. Este Río tan importante para el municipio y el estado de Tamaulipas, fue descubierto en el año de 1598 por el español Juan de Oñate, el lo llamó Río Bravo debido a su fuerte avenida y el estruendo de la misma.

La ciudad de Nuevo Laredo está situada en las siguientes coordenadas: 27° 29' 48" en Latitud y 99° 30' 01" en Longitud y tiene una Altitud máxima de 11 - 256 msnm , cuenta con 80 secciones y la cabecera es Nuevo Laredo, el actual Presidente Municipal es el C.P. Benjamín Galván Gómez.

## CAPITULO 3

### 3.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo principal es la instalación de un sistema fotovoltaico, al cual se le agregará equipos de medición que tenemos en la Universidad Tecnológica., El cual funcionara como Sistema didáctico para prácticas del alumnado.

Esto permitirá a los profesores y alumnos, el tener acceso a este modelo didáctico y usarlo para obtener del sistema los parámetros de Voltaje, Corriente, Potencia de modulo, Parámetros de carga y descarga de baterías.

El Objetivo Secundario, es la elaboración de manual de Prácticas, Este manual servirá de base para la realización de prácticas y el conocimiento del sistema fotovoltaico

### 3.2 PROCESO DE INSTALACION DE SISTEMA DIDACTICO

En la figura 3.1 Se Muestra el proceso de Cimentación (base) que serviría para sustentar los paneles Fotovoltaicos y la manguera anaranjada es la que servirá Para la conexión eléctrica al Laboratorio de Energía Renovables.



Grafica 3.1 Fotografía que muestra la preparación de para Instalación de PV

### PROCESO DE INSTALACION DE PANELES FV

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

En esta figura 3.2 se Muestra los alumnos de la carrera de TSU en Energías renovables que apoyan la Instalación de los paneles FV y la conexión a través de la manguera anaranjada



Grafica 3.2 Fotografía que muestra los Alumnos que participaron en la instalación de Sistema didáctico FV

## PROCESO DE INSTALACION DE BASE PARA PANELES

En al figura 3.3 Mostramos el proceso de la Instalación del Tubo que sería anclado para sujetar los herrajes o estructura que soporta los paneles fotovoltaicos



Grafica 3.3. Fotografía que muestran los Alumnos que realizan el montaje de instalación de Sistema didáctico FV

## PROCESO DE INSTALACION DE PANELES FOTOVOLTAICOS

En la figura 3.4 Mostramos la Instalación Final de los paneles Fotovoltaicos, con la conexión eléctrica conectada y direccionada a laboratorio de Energías renovable.



Grafica 3.4. Paneles Fotovoltaicos Instalados en Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo

## PROCESO DE INSTALACION DE CONTROLADOR DE CARGA

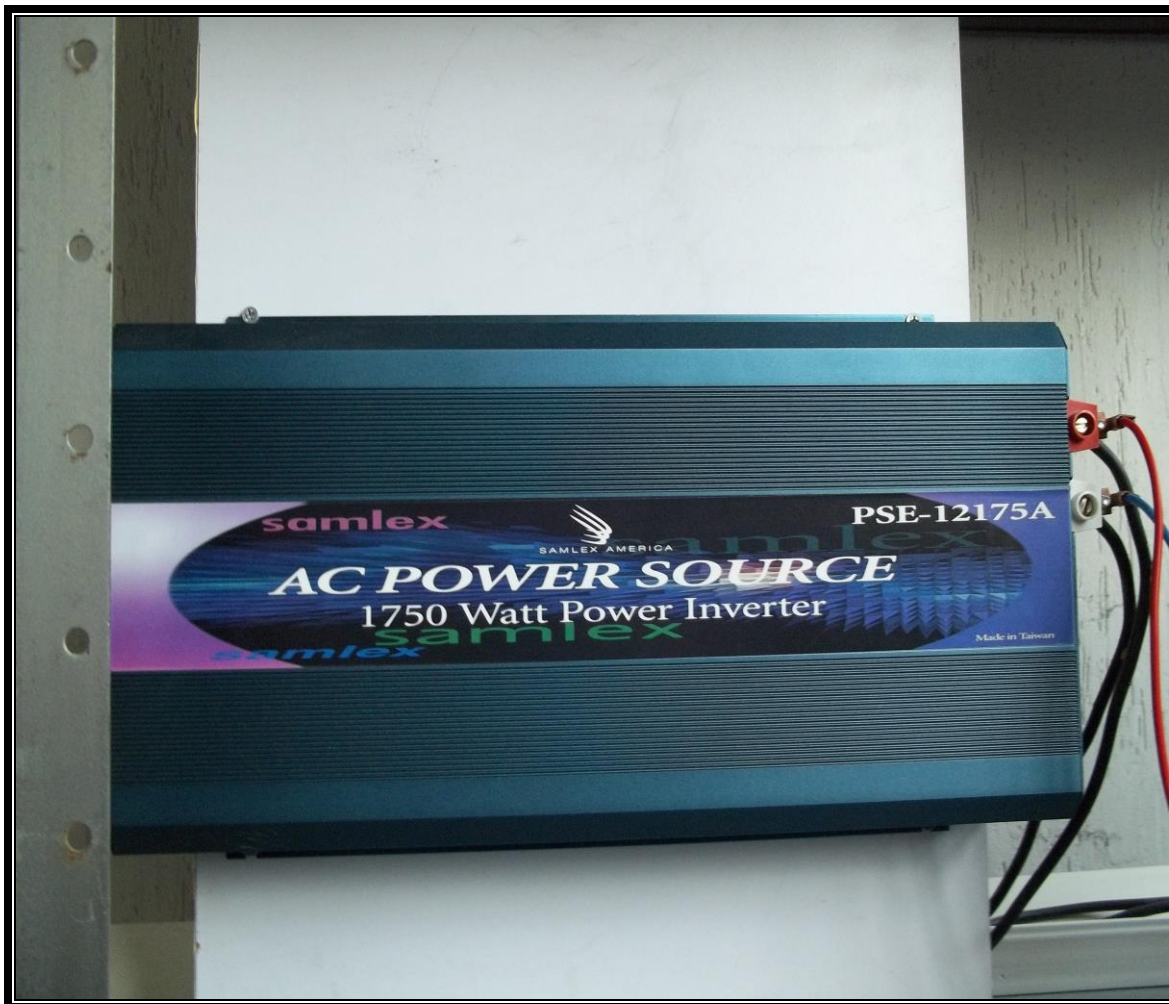
En este grafico mostramos La instalación del controlador que se utilizo para la carga del Banco de baterías, como lo muestra tiene una capacidad de manejar 30 Amperes, y sirve para sistemas de 12 o 24 Volts



Grafica 3.5 Controlador de Sistema didáctico Fotovoltaico

## PROCESO DE INSTALACION DE INVERSOR

En esta figura mostramos el Inversor que se utilizo para el sistema didáctico Fotovoltaico, tiene la capacidad de otorgar 1750 Watt instantáneos.



Grafica 3.6. Inversor de Sistema Didáctico FV



## PROCESO DE INSTALACION DE BANCO DE BATERIAS

En esta figura mostramos la manera que interconectamos el banco de Baterías La cual fue en conexión paralela, para permitir el incremento de corriente en la carga.



Grafica 3.7 Banco de Baterías de Sistema Didáctico FV

## VISTA GENERAL DE PROCESO DE INSTALACION

En esta figura se muestra la vista general de cómo se va acondicionado el lugar con los diferentes aparato del sistema Fotovoltaico



Grafica 3.8 Vista General de Instalación Preliminar de Sistema FV

## VISTA GENERAL DE PROCESO DE INSTALACION



Grafica 3.9 Vista General de Instalación Preliminar de Sistema FV

## INSTALACION DE LOS COMPONENTES DE KIT DIDACTICO

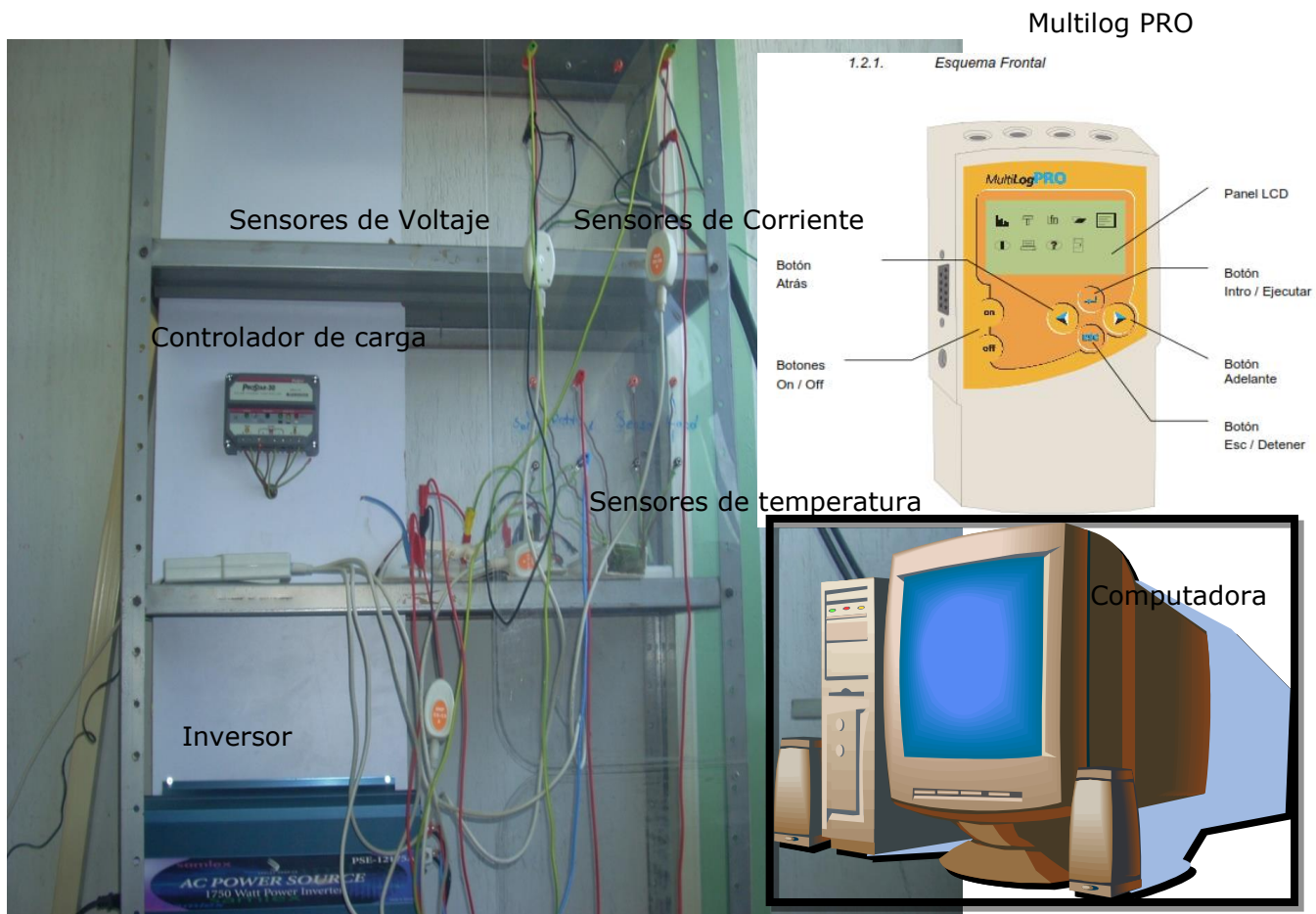


Imagen. 11 Muestra de los componentes de la Instalación didáctico Fotovoltaico

### 3.3 CONCEPTOS

El Sistema didáctico Fotovoltaico es un Dispositivo que a través de la energía del sol permite la conversión a energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico

#### Componentes de Equipo Didáctico Fotovoltaico

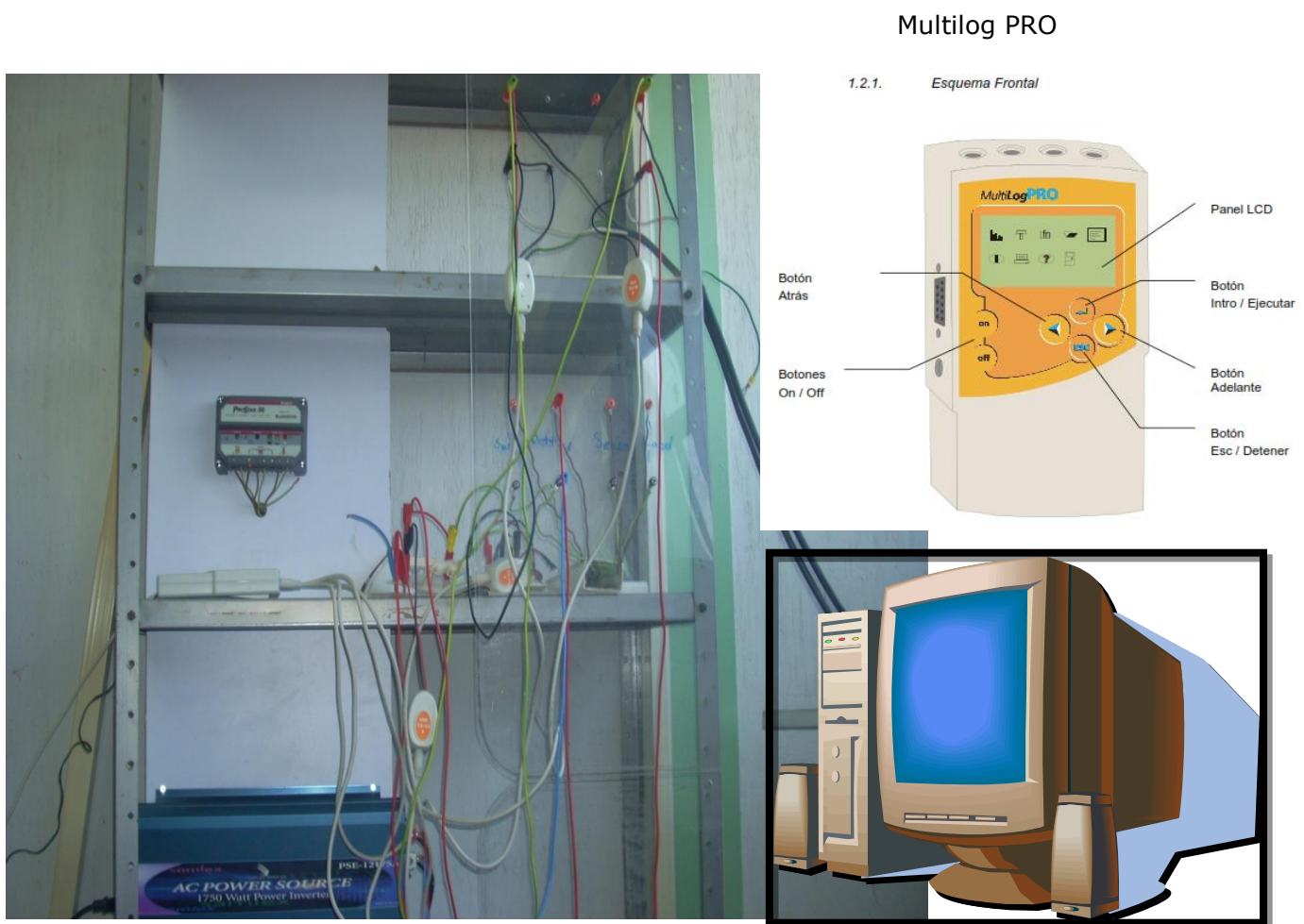


Figura 3.1 Sistema Didáctico Fotovoltaico

## **Lista de componentes generales de Sistema fotovoltaico didáctico de acuerdo a Fig. 3.1**

1. Rack para la Instalación de Equipo:

Espacio físico para contener el equipo del sistema fotovoltaico

2. Controlador de carga para las baterías:

Este dispositivo permite regular y controlar el flujo de corriente hacia las baterías.

3. Inversor:

Convierta la corriente directa en corriente alterna a frecuencia de 60 hertz

4. Multilog PRO

Equipo de medición que permite mediante accesorios la medición de voltaje, corriente, temperatura.

5. computadora:

Dispositivo que mediante el software permite la comunicación con el multilog PRO.

6. Paneles fotovoltaicos:

Dispositivos que mediante el efecto fotovoltaico permita la conversión de la Energía radiante en Electricidad

## Paneles fotovoltaicos



Grafica 3.2. Panel fotovoltaico

1.- Cubierta de vidrio templado:

Para protección esta sellado herméticamente

2.- Cableado Eléctrico:

Mediante este cableado conduce la corriente eléctrica generada.

## CAPITULO 4

### 4.1 JUSTIFICACION

A nivel mundial, La disponibilidad de energía se ha convertido en uno de los problemas más importante.

Por lo que el estudio de las energías renovables a adquirido Especial interés, pero debido a que los equipos didácticos No son muy accesibles del punto de vista económico, esto Nos permite Incursionar en equipos que podrían ser de utilidad para la realización de prácticas a los alumnos de la carrera de Energías renovables (Área Solar), en la medida de tener la disponibilidad de esos equipos especializados.



## 4.2 HIPOTESIS

Si Instalamos un sistema de paneles fotovoltaicos con algunos Instrumentos de medición como por eje., Medidores de temperatura, Medidores de Voltaje, medidores de Corriente. Generaríamos un equipo Didáctico para prácticas.

Este equipo se podrá utilizar para cuantificar la Energía que generan los paneles, además de la energía almacenada en bancos de baterías, parámetros de Controlador de baterías, y también permitirá a los estudiantes obtener el conocimiento de los componentes del sistema Fotovoltaico

## CAPITULO 5

### 5.1 DESARROLLO Y METODOS

#### Obtención de Datos para la Realización de Proyecto

Iniciamos con la obtención de parámetros básicos del medio ambiente utilizando la estación meteorológica de la Universidad tenemos la Temperatura Ambiente, La velocidad del viento ,La Temperatura de Entrada, y el ángulo de incidencia recomendado que es el ángulo de la Latitud de Nuevo Laredo.

Mediante el Medidor de MultilogPRO, Realizaremos mediciones de temperatura de medio ambiente, Voltaje, Corriente.

Capturándolos en una base de datos que este mismo equipo nos proporciona en formato Excel

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

En líneas generales, las características que debería cumplir el equipo son:

- Permitir el **desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos** propios de los sistemas fotovoltaicos mediante la experimentación.
- Estar **instrumentado** con soluciones de adquisición integradas y entregado con su correspondiente versión simulada y/o modernizada.
- **Facilitar** el uso del equipo, evitando al máximo la necesidad de cableado e instrumentación externa.
- Idear un **sistema “inteligente”**, de forma que el entrenador se auto configure en función de la actividad a realizar, incorporando en cada “montaje” la instrumentación virtual necesaria.
- Permitir realizar **actividades en conexión al PC**, (mediante instrumentación virtual), de forma manual (mediante instrumentación convencional) o mediante simulación en el PC. Modo conexión a PC: Configuración del panel y toma de medidas desde el PC, sin necesidad de instrumentación externa. La configuración del panel podrá ser definida por el usuario o realizarse de forma automática (configuración automática del panel en función de la actividad a desarrollar). Dos posibles tipos de conexión: Conexión local: PC conectado localmente al entrenador.
- **Conexión remota:** Conexión al entrenador a través de una red de área local o Internet.
- **Modo simulación:** Mediante la modelización de los diferentes elementos poder simular en el ordenador el comportamiento de diferentes tipos de placas fotovoltaicas, baterías, etc. permitiendo la realización de actividades utilizando elementos virtuales de características diferentes a los disponibles físicamente en el entrenador.
- **Modo manual:** Configuración manual del panel en función de la actividad a realizar. Medidas a través de instrumentación convencional.

## CAPITULO 6

### 6.1 RESULTADOS

En esta figura mostramos uno de los momentos donde procedemos a la captura de parámetros de los paneles Fotovoltaicos.

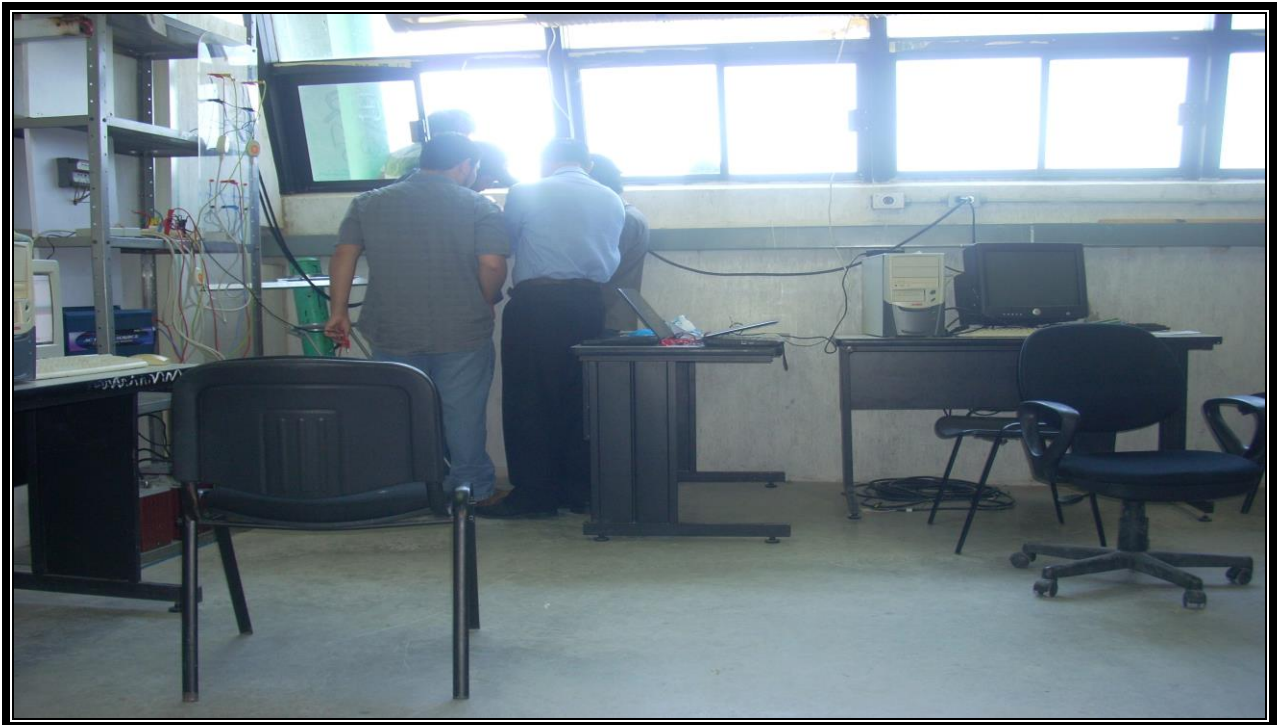


Figura 6.1

En este grafico Mostramos como El Medidor MULTILog PRO Muestra sus resultados y captura a través del software instalado en la computadora

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

Impresión de pantalla en done nos muestra cómo opera el multilog PRO

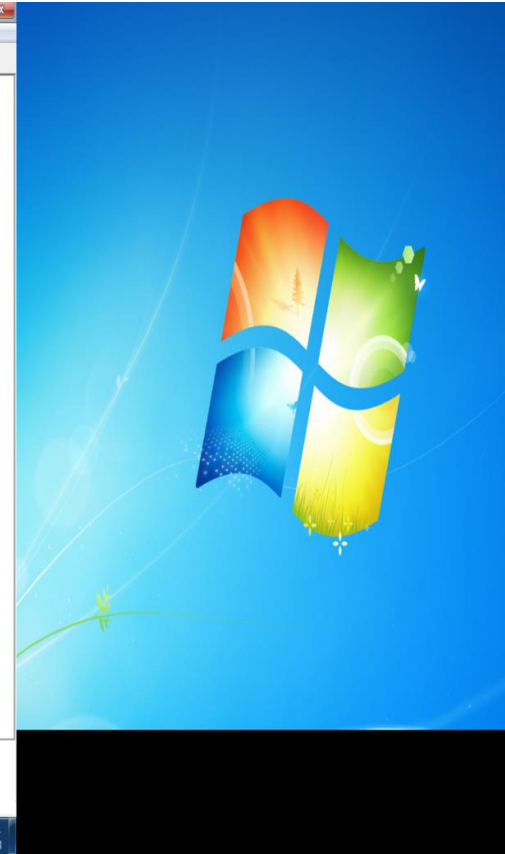
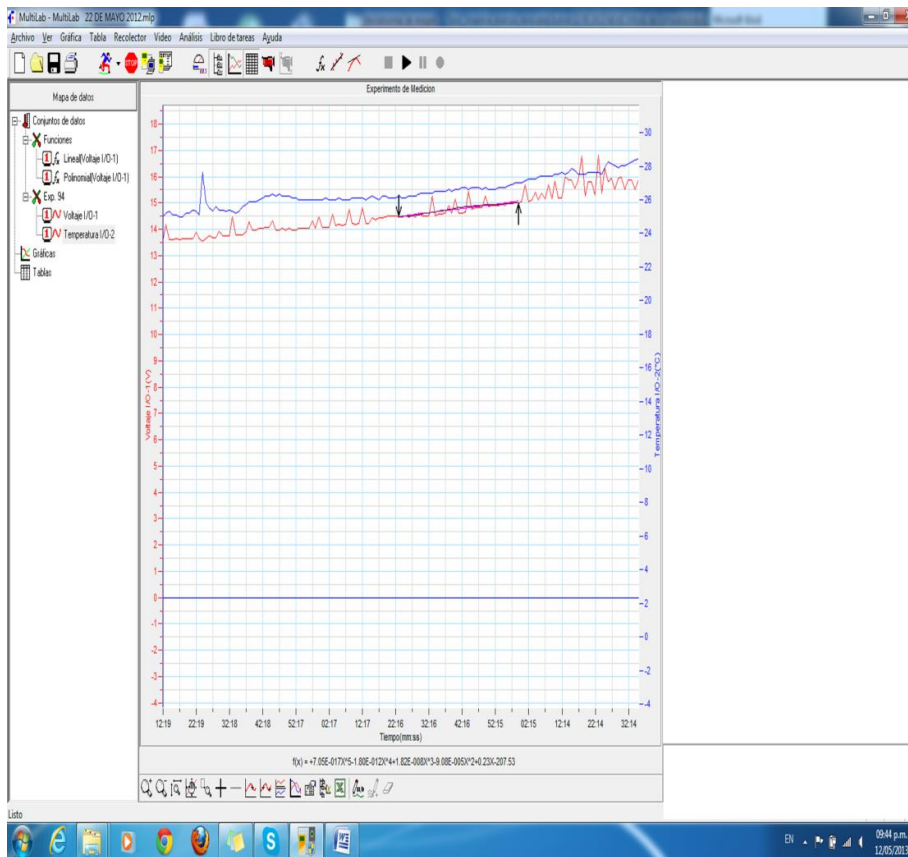


Figura 6.2 Esta Grafica nos Muestra los Resultados obtenidos de acuerdo a la captura utilizando el MULTILOG PRO

Grafica 6.3 nos muestra los Resultados de la medición de los parámetros de voltaje ,temperatura ,Corriente

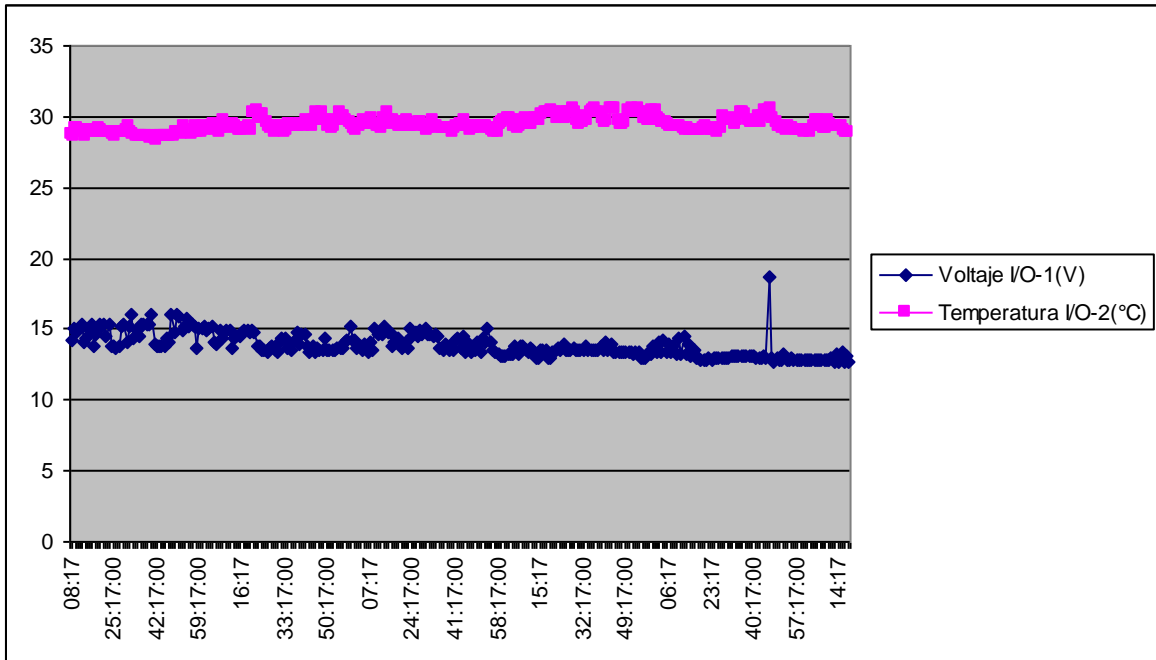


Tabla de resultados:

Instrumento	Mes ,Día ,	Tiempo Muestreado	Temperatura Promedio Diario	Voltaje Promedio Diario
Multilog PRO	2 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	29.20	13.7844
.	3 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	25.30	17.716
	4 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	28.6	18.52
	5 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	28.3	19.53

Potencia de Panel	Mes ,Día ,	Tiempo Muestreado	Corriente Promedio	Voltaje Promedio Diario
83.979	2 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	4.3	13.7844
72.6356	3 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	4.1	17.716
79.636	4 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	4.3	18.52
87.885	5 de Mayo 2012	8:00 a 17:00	4.5	19.53

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

Los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios, el proyecto se ha realizado físicamente, las capturas fueron realizadas, actualmente tenemos el inicio de base de datos de la afectación del Recurso Solar sobre los paneles Fotovoltaicos en forma individual, El comportamiento de Carga y descarga de las baterías, El tipo de señal que nos proporciona el inversor ,etc.

Este equipo Didáctico implementado nos permite ir agregando más equipos especializados

También Con la instalación del equipo didáctico fotovoltaico se agilizo el procedimiento de realización de prácticas para los estudiantes de Energía Solar, Tanto TSU como Ingeniería

## CAPITULO 7

### 7.1 CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado un entrenador para el estudio de la energía fotovoltaica que utiliza Multilog PRO capaz de ofrecer prácticas didácticas elevadas a bajo costo. Además de su finalidad didáctica para el aprendizaje de los conceptos propios de la tecnología fotovoltaica pensamos que podría servir como aplicación para introducir a los alumnos en la programación en LabVIEW. Explorando así nuevas Interfaces para paliación en Energía renovable
- Panel didáctico donde se integran los elementos propios de una instalación fotovoltaica autónoma, una tarjeta interfase con circuitos acondicionadores y relés, y una tarjeta de adquisición de datos para la captación de las magnitudes a medir y el control de la instalación. El software para la realización de las actividades, la toma de medidas, realización de ensayos y control de la instalación se realiza en MULTILOG PRO
- Para efectos de las prácticas del estudiantado resulta útil el uso del Kit didáctico, ya que se involucran en conocimiento de Componentes de un Sistema fotovoltaico, el reconocimiento de cada componente además de su interconexión.
- Permite el conocimiento del uso de otras alternativas para la medición del Recurso Fotovoltaico
- Además de la Gran posibilidad de Integrar cada vez mas componentes de medición permitiendo la comparación, con el kit instalado Mediante esta Instalación nos permitirá el realizar al menos 10 practicas en cuanto a los sistemas Fotovoltaico
- Realizaremos mediante el uso del equipo el manual de practicas para los alumnos de Energías renovable



## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

- Los equipos como perinanómetros Heliómetros , etc. se están considerando comprara por parte de la Universidad Tecnológica, y con estos nuevos equipos poder enriquecer esta investigación y recopilación de captura de datos.

## 7.2 BIBLIOGRAFIA

1. Sayigh A. A. M. Editor, Solar Energy Engineering, (1977), Académic Press.
2. White H. T., "Física Moderna", V-I (1982), Editorial UTEHA.
3. Kreider J. F., Hoogendoorn C. J., y Kreith F., "SOLAR DESIGN: Components, Systems, Economics", (1987) Editorial Hemisphere Publishing Corporation.
4. Kreith F. Y Freider J. K., " Principles of Solar Enginnering", (1985) Editorial Mc Graw Hill.
5. J. A. Duffie, W. A. Beckman, "Solar Engineering of Thermal Proceses", (1991) Second Edition, Editorial Wiley, New York.
6. A. Rabl, "Active Solar Collectors and Their Applications", (1985), Editorial Oxford University Press, New York.
7. D. Y. Goswami, F. Kreith, J. F. Kreider, "Principles of Solar Engineering", (1999) 2nd edition, Editorial Taylor & Francis, Philadelphia. Página electrónica de The Eppley Laboratory: [www.eppleylab.com](http://www.eppleylab.com) Página electrónica de Kipp & Zonen: [www.kippzonen.com](http://www.kippzonen.com)
10. Página electrónica de Campbell: [www.campbellsci.com](http://www.campbellsci.com) Strahler Arthur N., The Earth Sciences, (1980) Second Edition, Editorial Harper and Row. Sheng H. J., "Solar Energy Enginnering", (1988), editorial Prentice-Hall. Inc. Goswami D. Y., "Principles of Solar Enginnering", (2000) Second Edition, Editorial Almanza R. y López S., "Radiación Solar en la república Mexicana mediante datos de insolación", Series del Instituto de Ingeniería, (1975) UNAM, No. 357.
15. Servicio Meteorológico Nacional, "Normales climatológicas, periodo 1941-1970", México (1976).
16. Servicio Meteorológico Nacional, "Normales climatológicas, periodo 1951-1980", México (1990).
17. Secretaría de Agricultura y recursos Hidráulicos, "Atlas del Agua", México (1976).
18. Galindo E. I., Valdés B. M., "México: Atlas de Radiación Solar", Reimpresión 1991, Editor: J. Quintanilla, Programa Universitario de Energía, UNAM.
19. Almanza S. R., Estrada-Cajigal R. V., Barrientos A. J., "Actualización de los mapas de Irradiación Global Solar en la República Mexicana", (reimpresión 1992), Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, (1983) No. 543 .
20. Estrada-Cajigal R. V., "Datos de Radiación Solar para México", (1994), Reporte Interno LES94-0503-103, Centro de Investigación de Energía, UNAM .
21. Cartas del Instituto de Geofísica.

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

22. N. Robinson, "Solar Radiation", Elsevier Publishing Company, Netherlands, 1966.
23. Iqbal, Muhammad, "An introduction to Solar Radiation" Academic Press Canada, 1983.
24. Ibrahim Reda. "Calibration of a Solar Absolute Cavity Radiometer with Traceability to the World Radiometric Reference" National Renewable Energy Laboratory, report number NREL/TP-463-20619. January, 1996
25. Goswami D Y, Kreith F, Kreider J F (200), *Principles of Solar Engineering, Second Edition*, Taylor & Francis, Philadelphia.

## 7.3 APENDICES

### **Laboratorio ER de Solares Fotovoltaicas**

#### **Práctica 1. Determinación de los parámetros de los paneles solares Típicos.**

##### **1.1.1. Objetivo.**

El objetivo de esta práctica es comprobar y entender el funcionamiento de los paneles solares

Determinando la curva de intensidad voltaje característica de las células solares (curva i-v), los

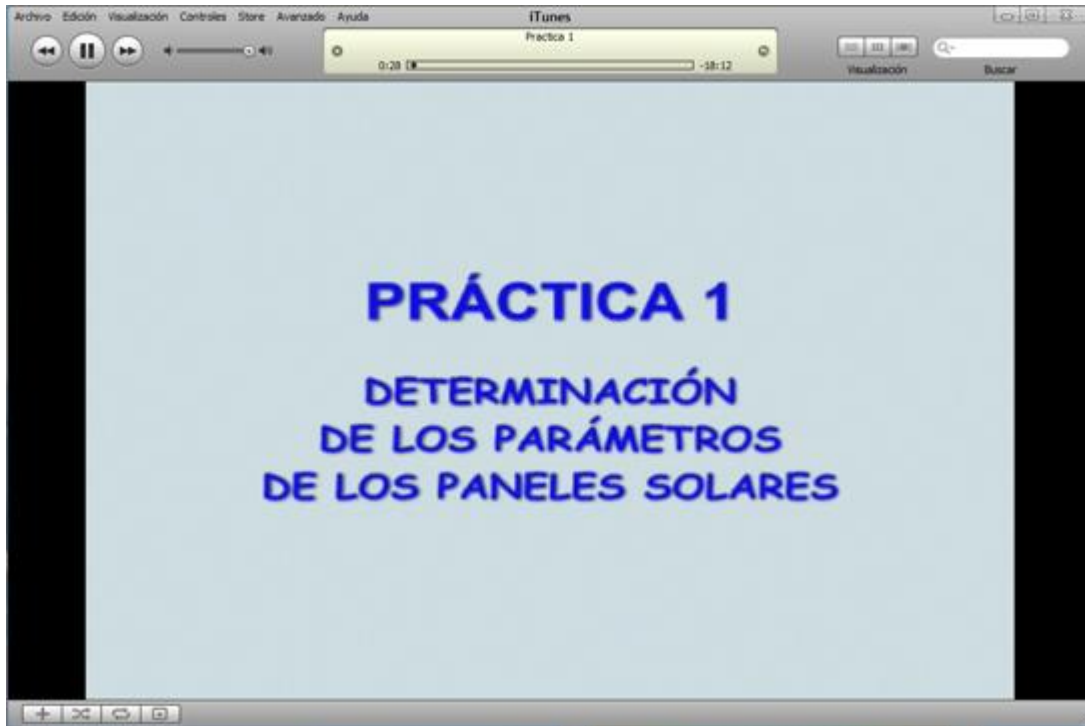
Parámetros de intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) y tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ ), la variación

De la potencia con el voltaje y la potencia máxima generada ( $P_{m\acute{a}x}$ ).

##### **1.1.2. Elementos Necesarios**

Equipo solar fotovoltaico compuesto de:

- 2 Paneles solares fotovoltaicos.
- 1 Simulador solar formado por lámparas solares.
- 1 Regulador del cargador de la batería.
- 1 Módulo de carga DC.
- 1 controlador electrónico para la interfaz
- Sensores de medida
- 1 Multilog Pro con interface Incluida



## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

PANEL SOLAR 1			
REOSTATO (%)	SENSOR DC1 (A)	SENSOR DC2 (V)	SENSOR SRL (W/m <sup>2</sup> )
100			
90			
80			
70			
60			
50			
40			
30			
20			
10			
0			
SIN CARGA			

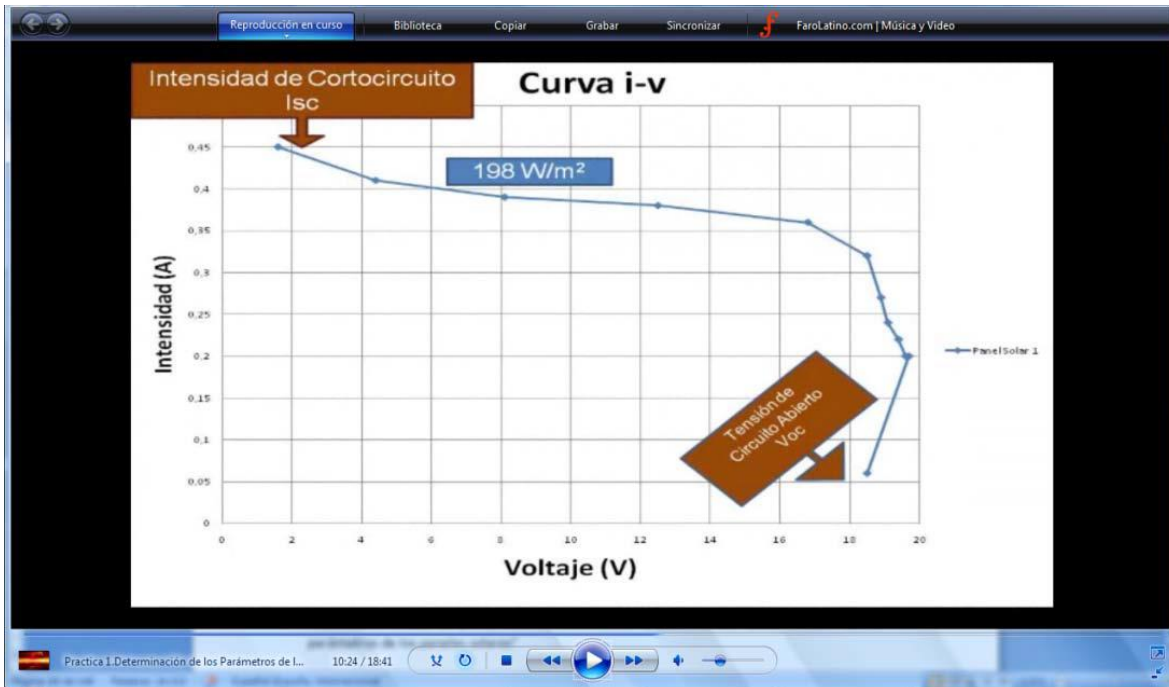


Imagen 10. Captura de la práctica virtual 1

### 1.1.4. Desarrollo de la práctica.

Para llevar a cabo la correcta realización de la práctica siga los siguientes pasos:

1. Ejecute el software MULTLOG PRO y la aplicación
2. Compruebe que el reóstato de carga DC está en posición de máxima resistencia (Girado Totalmente hacia la izquierda).
3. Ponga el selector de carga DC en la posición 2 y Desconecte las lámparas DC que están Conectadas en paralelo con el reóstato (Interruptor manual hacia abajo).
5. Conecte la alimentación trifásica y ponga la interface en funcionamiento después de Comprobar que todos los sensores están conectados a ella correctamente.
6. Compruebe que la posición inicial de los controles digitales y analógicos se corresponde con la siguiente pantalla.

## Instalación de Equipo didáctico Fotovoltaico

7. Pulse "START" para comenzar con la aplicación Multilog PRO.
8. Conecte el PANEL-1 y desconecte el PANEL-2. Mantenga los paneles solares conectados en Paralelo. Sitúe el control SUN-1 en la posición de máximo para obtener la máxima radiación.  
Anote los valores que muestren los sensores de intensidad DC-1, tensión DC-2 y radiación SRL.
9. Cambie la posición del reóstato de carga al 90 % aproximadamente y anote los valores de los Parámetros obtenidos.
10. Repita el punto 9 con aumentos o descensos del 10 % aproximadamente del reóstato de Carga hasta alcanzar el 0 %, que es el punto de cortocircuito del panel solar.
11. Para obtener el voltaje de circuito abierto del panel solar, ponga el selector de carga DC en Posición 1.  
Para obtener los parámetros de la curva i-v del PANEL-2, debe llevar a cabo la misma práctica Repitiendo los pasos 8-11.

### Resultados a obtener en forma Grafica

Trace la curva i-v para cada panel anotando en cada punto de la gráfica el valor de la radiación que se ha medido.

Compare las gráficas obtenidas con las siguientes curvas, que son suministradas por del fabricante de los paneles.



### **Mantenimiento preventivo a paneles Fotovoltaicos**

La generación de hojas de inspección periódicas, es esencial en el Mantenimiento preventivo de los colectores, ya que de ellos podrán identificarse puntos de mejora y acciones preventivas antes de ocurrir la falla, en cualquiera de sus elementos que lo constituyen, además la recomendación de los siguientes puntos.

- Mantener libre de polvo y obstrucciones la superficie de captación de los colectores solares planos, limpiando la cubierta de vidrio.
- Revisar periódicamente toda la instalación mecánica que contiene el panel fotovoltaico y fallas en su estructura.
- Capacitación al personal para realizar cualquier reparación, modificación o instalación de estos equipos..

Revisar los instrumentos de medición

## 7.4 GLOSARIO

### TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar se puede manifestar de tres formas distintas dependiendo de cómo se recibe en los objetos y estas pueden ser:

#### *Radiación solar directa*

Es la radiación que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan

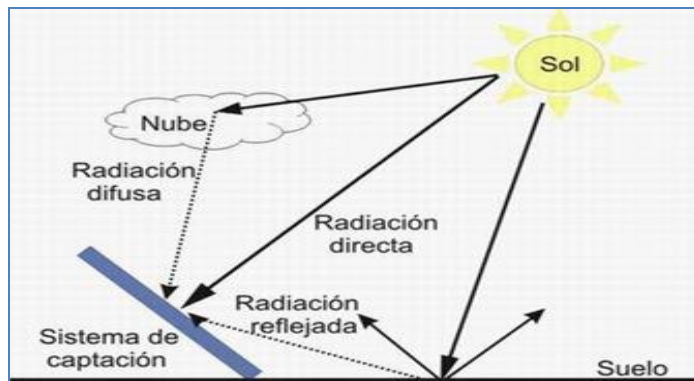
#### *Radiación solar difusa*

Una parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, llamada difusa, va en todas direcciones, efecto producido por las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo. Este tipo de radiación se caracteriza además, por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, mientras que las verticales son las que reciben menos.

#### Radiación solar reflejada

Este tipo de radiación solar es la que refleja la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamada albedo.

Las superficies horizontales reciben más radiación difusa que reflejada y las superficies verticales más reflejada que difusa.



. **Fotón:** En *física moderna*, el fotón es la *partícula elemental* responsable de las manifestaciones *cuánticas* del fenómeno *electromagnético*. Es la *partícula portadora* de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo los *rayos gamma*, los rayos X, la *luz ultravioleta*, la luz visible (*espectro electromagnético*), la *luz infrarroja*, las *microondas* y las *ondas de radio*. El fotón tiene una *masa invariante* cero, y viaja en el vacío con una velocidad constante  $c$ .

**Hueco de Electrón:** Un hueco de electrón, o simplemente hueco, es la ausencia de un *electrón* en la *banda de valencia* (ver también *valencia*). Tal banda de valencia estaría normalmente completa sin el "hueco". Una banda de valencia *completa* (o casi completa) es característica de los *aislantes* y de los *semiconductores*. La noción de "*hueco*" en este caso es esencialmente un modo sencillo y útil para analizar el movimiento de un gran número de electrones, considerando ex profeso a esta ausencia o hueco de electrones como si fuera una *partícula elemental* o -más exactamente- una *cuasi partícula*.

**Electrón:** El electrón comúnmente representado por el símbolo:  $e^-$ , es una *partícula subatómica* con una *carga eléctrica elemental* negativa. Un electrón no tiene componentes o subestructura conocidos, en otras palabras, generalmente se define como una *partícula elemental*. Tiene una masa que es aproximadamente 1836 veces menor con respecto a la del protón.

**Semiconductor:** es un elemento que se comporta como un *conductor* o como *aislante* dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre.

**Radiación Infrarroja:** La radiación infrarroja, o radiación IR es un tipo de *radiación electromagnética* y *térmica*, de mayor *longitud de onda* que la *luz visible*, pero menor que la de las *microondas*. Consecuentemente, tiene menor *frecuencia* que la luz visible y mayor que las microondas.

**Radiación Ultravioleta:** Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 400 nm ( $4 \times 10^{-7}$  m) y los 15 nm ( $1,5 \times 10^{-8}$  m). Su nombre proviene de que su rango empieza desde longitudes de onda más cortas de lo que los humanos identificamos como el color violeta. Esta radiación puede ser producida por los rayos solares y produce varios efectos en la salud.

**Unión PN:** Se denomina unión PN a la estructura fundamental de los componentes electrónicos comúnmente denominados semiconductores, principalmente diodos y transistores BJT. Está formada por la unión metalúrgica de dos , generalmente de Silicio (Si), aunque también se fabrican de Germanio (Ge), de naturalezas P y N según su composición a nivel atómico. Estos tipos de cristal se obtienen al dopar cristales de metal puro intencionadamente con impurezas, normalmente con algún otro metal o compuesto químico.

**Reflectantes:** La reflexión es el cambio de dirección de una onda magnética, que al estar en contacto con la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial, se ejecuta una explosión. Ejemplos comunes son la reflexión de la luz, el sonido y las ondas en el agua. La luz es una forma de energía. Gracias a ello puedes ver tu imagen reflejada en un espejo, en la superficie del agua o un piso muy brillante