

## **Estacionamiento sustentable para energizar el edificio de docencia “A” de la Universidad Tecnológica de Salamanca**

Humberto Ramos, Rafael Luna, José Duarte, Juan Lara y Oscar Galicia

H. Ramos, R. Luna, J. Duarte, J. Lara y O. Galicia  
Universidad Tecnológica de Salamanca, UTS. Avenida Universidad Tecnológica #200 Col. Ciudad Bajío, C.P. 36764  
hramos@utsalamanaca.edu.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## **Abstract**

Universidad Tecnológica de Salamanca ( UTS ) has ongoing problems with the supply of electricity sustainably, plus all expenses for energy consumption are increasingly higher , this due to several factors , including: the use of personal computers , projectors in classrooms, halls and corridors lamps , printers, and other devices more arriving to consume large amounts of energy , and there are major conflicts excessive energy consumption are also great solutions , one of which is the use of alternative energy sources , which the geographical location of the university are widely benefit , one way of saving energy is the use of solar panels, but to accomplish this we first need to make a thorough study of energy consumption demanded the study site . This paper shows a consumer research generated within the institution as well as a proposed solution based on study results in the area of radiation.

## **22 Introducción**

El consumo de energía que actualmente tiene la universidad se ha incrementado notablemente debido al mismo crecimiento de la matrícula, periodo tras periodo, la implementación de un estudio de ahorro energético es urgente para que los costos por consumo no se incrementen más y de esta manera aprovechar el monto económico para realizar otro tipo de mejoras o bien cubrir otras necesidades que se puedan generar en la institución. El crecimiento poblacional y la falta de concientización en el cuidado del medio ambiente, ha conducido a la búsqueda de energías alternas con la finalidad de disminuir el uso de combustibles fósiles. México es considerado como un lugar ideal para la implementación de sistemas fotovoltaicos pero específicamente en la zona de Salamanca Guanajuato que es donde está ubicada la Universidad Tecnológica y debido a la ubicación geográfica dada por las coordenadas, 20° 34' 22" latitud norte del trópico de Cáncer y 101° 11' 39" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Para realizar el estudio de consumo energético, es necesario considerar cada uno de los equipos y mobiliario que genere gasto de energía, a la par se realizara un estudio para la colocación de paneles solares como parte de la solución a la demanda energética con que cuenta la universidad.

### **22.1 Materiales y métodos**

#### **Consumo energético**

Es posible definir el consumo energético como la necesidad o demanda de energía que requiere una población, podemos encontrar diversidad y variación dentro del consumo energético como es el consumo energético económico, o bien el consumo energético en el hogar, o bien en las industrias, dependiendo del número de amperes y volts podremos determinar el consumo en watts.

#### **Monitoreo de consumo en watts**

Para realizar este proyecto en primera instancia fue necesario realizar una investigación sobre el consumo de energía eléctrica en el área de estudio, que en este caso consiste en el estudio del edificio de docencia. De igual manera se tomaron datos de cada una de las áreas del edificio

A tanto de oficinas como de aulas, día a día se realizó el censo de cada elemento eléctrico sin dejar a un lado las lámparas y focos del alumbrado de la UTS, las tablas que se presentan a continuación se dividen en 2, la primera es del periodo Mayo-Octubre 2013 posteriormente el número de equipos se incrementó así como también las horas de uso.

**Tabla 22** Número total de aparatos usados en el periodo Mayo- Octubre 2013

<b>Aparatos eléctricos</b>	<b>No. de aparatos</b>	<b>Horas de uso</b>
Lap-top	45	12
Lámparas	268(el número de elementos en uso máximo es de 150)	24
Focos	54	4
focos exteriores	20	13
Ventiladores	7	5
Computadoras(Pc)	4	10
Impresora	4	4.5
Cafetera	2	4
Proyector	2	7
Fotocopiadora	4	5
Fax	1	1

En la siguiente tabla se plasman los datos del estudio de consumo energético del periodo Octubre 2013 a Febrero 2014.

**Tabla 22.1** Número Total de aparatos usados en el periodo Octubre 2013- Febrero 2014

<b>Aparatos eléctricos</b>	<b>No. de aparatos</b>	<b>Horas de uso</b>
Lap-top	45	12
Lámparas	268(el número de elementos en uso máximo es de 150)	24
Focos	54	8
focos exteriores	20	15
Ventiladores	7	2
Computadoras(Pc)	105(de los cuales solo 40 están en uso)	13
Impresora	10	4.5
Cafetera	2	8
Proyector	6	12
Fotocopiadora	6	11
Fax	1	2

Posteriormente al obtener la información del número de equipos de consumo y las horas promedio de uso, se procedió a realizar el cálculo de cuantos watts consume cada equipo. Para poder obtener estos datos se utilizó la siguiente formula:

$$P = I * V \text{ Ecuación 1} \quad (22)$$

En esta ecuación solo se multiplican el amperaje total y el voltaje total, el cual se consideró como 120 V para determinar el wattaje que consume cada uno de estos elementos de estudio. Por ejemplo cuantos watts consume una computadora:

**Tabla 22.2** equipos existentes en el edificio A y los watts que consumen

Descripción de la carga	Carga AC (w)
PC	90
Lap-top	40
Lámpara	35
Cafetera	90
Impresoras	570
Fotocopiadoras	900
Fax	150
Ventilador	30
Proyector	283
Focos	75
Focos exteriores	50

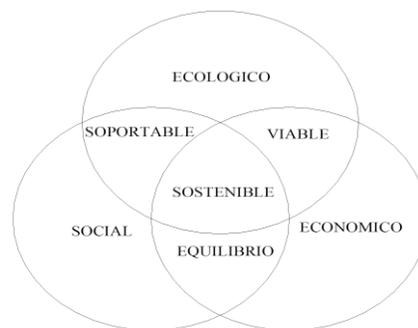
$$P=3.583333333 \text{ A} * 120 \text{ V}=430 \text{ watts}$$

Considerando las posibles soluciones que pueden ser aplicadas para resolver este conflicto de alto consumo de energía, la más viable para la zona de ubicación de la UTS es sin duda alguna la energía Fotovoltaica, a continuación se presenta una propuesta de sustentabilidad para resolver este problema.

### Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable en un sistema fotovoltaico consiste en satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para sus propias necesidades.

En la figura 1 se presenta la interacción existente entre los aspectos ecológicos, económicos y social, en donde al existir estos tres aspectos en conjunto se puede decir que es un sistema sustentable.

**Figura 22** Esquema de un sistema sustentable

## Energía fotovoltaica

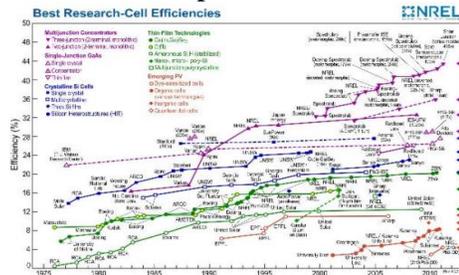
Se determina energía fotovoltaica al tipo de electricidad renovable (energía eléctrica-voltaica) obtenida directamente de los rayos del sol gracias al efecto fotoeléctrico de un determinado dispositivo; normalmente una lámina metálica semiconductor llamada celda fotovoltaica, o una disposición de metales sobre un sustrato llamado “capa fina”.

Esta energía se emplea para abastecer componentes eléctricos que no se encuentran conectados a red doméstica. Dentro de sus aplicaciones se pueden mencionar.

- Alimentación de alumbrado público.
- Fuente de energía eléctrica para cámaras frigoríficas, para transportar medicamentos.
- Suministro de corriente para Semáforos,
- Señaléticas en carreteras federales.
- Arranque de motores para posos.
- Fuentes de distribución eléctrica para comunidades muy lejanas.

En la figura 22.1 se muestra el avance en forma significativa que han tenido los avances tecnológicos en base a la creación de los paneles solares, así como a su grado de eficiencia.

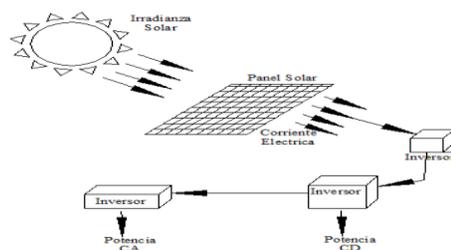
**Figura 22.1** Grado de eficiencia en base al tipo de módulo. Estudio realizado por la empresa NREL durante el periodo de 1975 a 2007



Partes que componen el sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico se comprende principalmente de los siguientes elementos:

**Figura 22.2** Partes que componen un sistema fotovoltaico



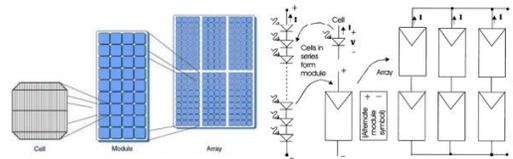
Cada uno de estos componentes permite controlar cada fase de creación distribución y control de la corriente generada por el sistema fotovoltaico y se describe a continuación

## Paneles solares

La potencia de las celdas solares individuales es muy pequeña del orden de 1-3 W, dependiendo del tipo de celda. Para incrementar la potencia eléctrica se requiere conectarlas mecánica y eléctricamente en serie y/o paralelo, en unidades más grandes denominados módulos o paneles solares.

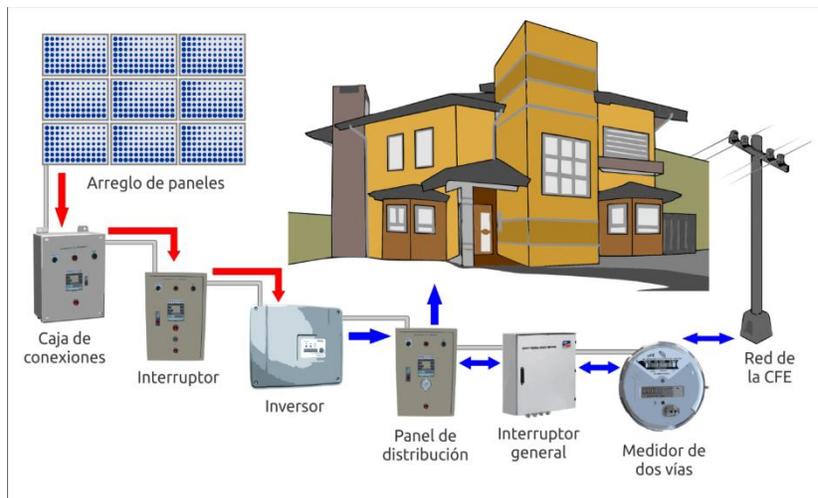
A su vez estos paneles se pueden conectar entre sí en arreglos de paneles para incrementar aún más la potencia de salida.

**Figura 22.3** Arreglos de celdas para generar un panel solar



Se sugiere de igual manera un sistema de paneles solares integrado a la red, es decir colocando un medidor de 2 vías para utilizar la corriente suministrada por los paneles solares, y utilizarla en el suministro de la universidad, justamente en el momento que no se utilice la energía suministrada por los paneles, el medidor de 2 vías regresa la corriente sobrante a la red de suministro local, reduciendo considerablemente los gastos del consumo por CFE.

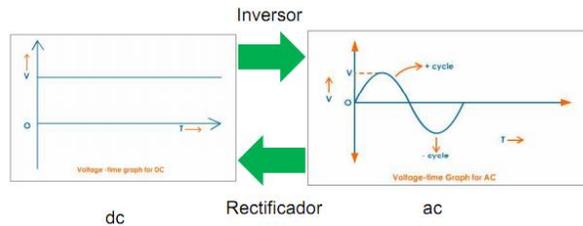
**Figura 22.4** conexión general de sistema fotovoltaico integrado a la red



## Convertidores

Debido a que la corriente eléctrica generada por un sistema fotovoltaico es directa (dc) se requiere de un dispositivo que la convierta a alterna (ac) para su aprovechamiento. Estos dispositivos son conocidos como inversores.

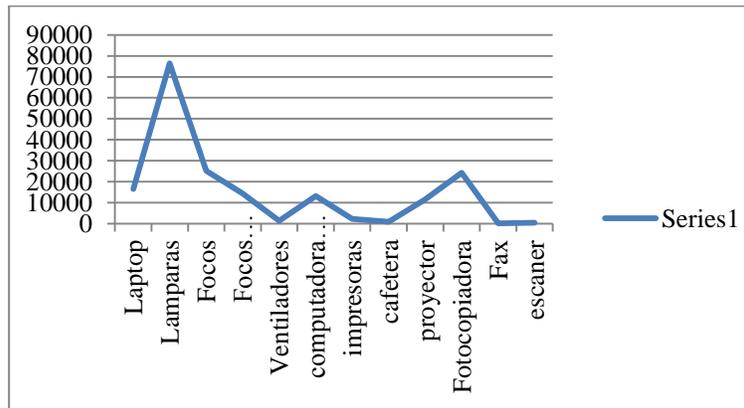
**Figura 22.5** Análisis de un inversor y un rectificador



**22.2 Resultados y discusión**

Estudio de consumo energético en las instalaciones de la UTS. En el siguiente gráfico se muestra el consumo de watts promedio anual a partir del mes de Mayo 2013 a Febrero 2014, de acuerdo a los resultados obtenidos el mayor consumo es en lámparas, por lo tanto se requiere un sistema lo suficientemente eficiente para lograr ahorrar la mayor cantidad de energía posible.

**Grafico 22** Gráfico de consumo promedio por aparato eléctrico



**Estudio de número de paneles**

Considerando que el número de Ampere-horas requerido por las cargas y recordando el concepto de hora-solar pico, el balance de energía exacto requeriría un número de paneles:

$$N_p = \frac{E_c * F_s}{H_p * I_m(nw)(ni)(nc)(nb)} = \frac{2668.2 * 0.1}{5 * 7.98 * 0.97 * 0.96 * 0.97 * 0.95} = 7.79 \cong 8$$

$$N_p = \frac{E_c}{H_p * I_m} = \frac{2668.2}{5 * 7.98} = 66.87 \cong 67$$

En este caso, el consumo diario en w-h,  $C_{md}$ , tiene componentes en ac,  $C_{md}$ , ac y dc,  $C_{md}$ , dc. El consumo en ac requiere del inversor y por lo tanto debe de tomarse en cuenta su eficiencia que se considerará del 95%, así como el resto de los factores de eficiencia, por lo tanto el consumo diario será.

Dónde:

$C_{md}$ = consumo medio diario.

$C_{md}$ , dc= consumo medio diario en corriente directa.

$C_{md}$ , da= consumo medio diario en corriente alterna.

$C_{md}$ , A-H= consumo medio diario Ampere hora.

$$Cmd = \frac{Cmd.dc + \frac{Cmd.da}{ni}}{nc * nw * nb} = \frac{0 + \frac{229210}{.97}}{.97 * .97 * .95} = 262963.46$$

Suponiendo un voltaje de las baterías de 36 V, este consumo medio diario en Ampere-hora es:

$$Cmd. A - h = \frac{w-h}{Vbat} = \frac{262963.46}{36} = 7304.54$$

Supongamos que contamos con un recurso solar mínimo promedió diario es de 5Hp. Considerando el consumo medio diario en W-h y las características de estos paneles, el número de paneles requerido para satisfacer este consumo es:

$$Np = \frac{Cmd}{Hp * Pm} = \frac{262963.46}{5 * 290} = 181.35 \cong 182$$

Estos paneles tienen un Vm de 36.30 V por lo que el número de paneles en serie es:

$$Ns = \frac{Vbat}{Vm} = \frac{36}{36.30} = 0.99 \cong 1$$

Tomando en cuenta que Im para estos paneles es 7.98 A, de acuerdo a este criterio el número de paneles en paralelo necesarios sería:

$$Np = \frac{Cmd.A-h}{Hp * Im} = \frac{7304.54}{5 * 7.98} = 183.07 \cong 184$$

De esta forma sacamos que 184 es el número total de paneles del modelo S72MC6 solartec.

### 22.3 Conclusiones

Para poder abastecer la demanda de consumo de corriente eléctrica por parte del edificio de docencia con una totalidad de 1,743,217 watts en promedio por año, se colocaran paneles solares conectados a la red de suministro local, ahora bien, si se tomaran en consideración todos los días del año y tomando en cuenta horas constantes de trabajo del suministro energético se tendrá un consumo total promedio al año de 53,022,820 de Watts

El consumo energético diario en promedio asciende aproximadamente a 145268 W, tomando en cuenta que el día sábado solo se labora medio día y el domingo además de días no laborables o vacaciones a ninguna hora se planea conectar los paneles a la red para lograr retribuir más a la compañía de luz en estos días

Para arrancar este proyecto se está en desarrollo la selección del tipo de convertidor y selección de controlador de cargar, y así como el medidor bidireccional.

### 22.4 Referencias

Applied Photovoltaics. (2007). En G. M. Wenham S, *Applied Photovoltaics* (págs. 99-120). Earthiscan. S., I. A.-H. (2005). Handbook of photovoltaic Science and Engineering. En L. A.-H. S., *Handbook of photovoltaic Science and Engineering* (págs. 784-793). Wiley.

Solar Cells, M. M. (2006). En T. M. Castañer, *Solar Cells, Materials, Manufacture and Operation*. Elsevier.

<http://www.nrel.gov>

<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>

<http://www.sener.gob.mx/websener/res/168>

<http://tinyurl.com/947pccg>

<http://tinyurl.com/947pccg>

[www.cre.gob.mx/documento/1770.pdf](http://www.cre.gob.mx/documento/1770.pdf)