

**TRABAJO PRACTICO Nº 3**  
**DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE II**

**Integración de Sistema de Generación de Electricidad Solar en Grandes Edificios**

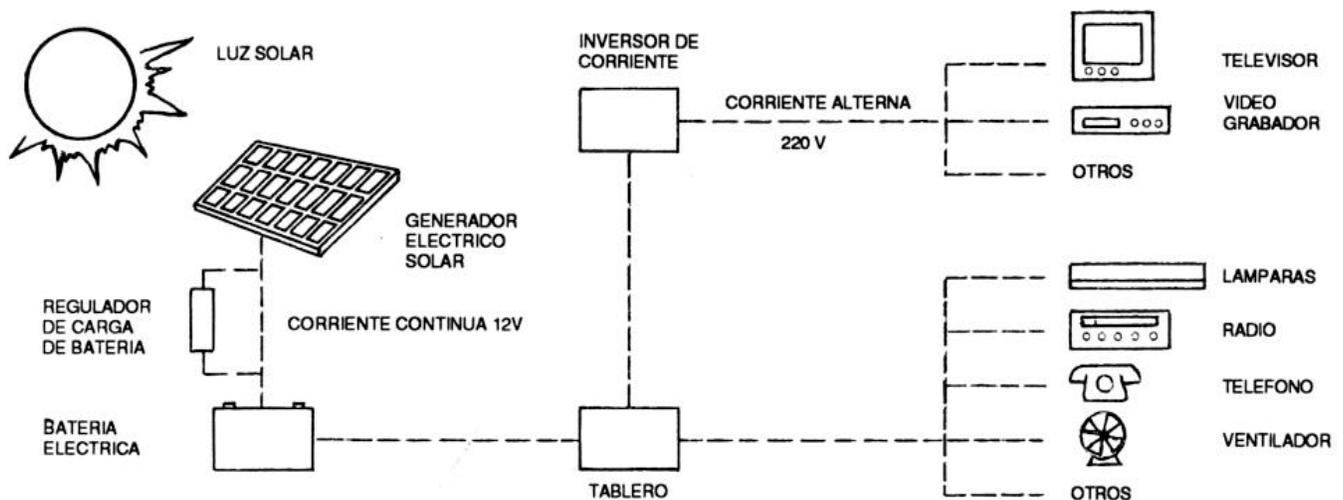
Una de las opciones con mayor nivel de desarrollo en la actualidad entre las energías renovables es la posibilidad de *Conversión Directa de la Luz Solar en Electricidad* mediante el uso de Generadores Eléctricos Solares también conocidos como sistemas Foto Voltaicos o FV. Hace algunos años, por su costo, se los utilizaba y utiliza en lugares donde no se dispone de red eléctrica convencional y donde las potencias a cubrir fueran pequeñas.

Entre estas podemos mencionar:

- # Electrificación de viviendas y establecimientos rurales: iluminación, televisión, telefonía, bombeo de agua, comunicaciones.
- # Electrificación de alambrados.
- # Balizamiento y señalización.
- # Alumbrado exterior autónomo.
- # Casas rodantes
- # Náutica.

Esto se debe a que tienen muchas ventajas comparativas, entre las cuales podemos destacar:

- # No consumen combustible
- # No tienen piezas móviles.
- # La vida útil es superior a 20 años.
- # Resisten condiciones extremas de viento, granizo, temperatura y humedad.
- # Son totalmente silenciosos.
- # No contaminan el ambiente.
- # Son modulares, lo que permite aumentar la potencia instalada sin interrumpir el funcionamiento del generador.



**Figura 1:** Esquema de conexión y distribución entre el generador fotovoltaico y el equipamiento.

Las celdas fotovoltaicas de silicio tienen la propiedad de convertir directamente la luz solar que incide sobre ellas en energía eléctrica. Cuanto mayor es la luz que reciben mayor es la energía que producen. Para su aplicación práctica, las celdas se interconectan entre sí y se encapsulan en un material plástico aislante formando un módulo fotovoltaico. El módulo tiene un frente de vidrio templado y un marco de aluminio anodizado que lo protegen de los agentes atmosféricos y le dan rigidez estructural.

Los módulos son generadores de corriente eléctrica continua. La energía producida durante las horas en que el módulo está iluminado por la luz solar, se acumula en baterías para su empleo durante la noche o en días muy nublados. La batería es la que le otorga autonomía de funcionamiento al sistema de generación. Un generador eléctrico solar está constituido por uno o más módulos fotovoltaicos según sea la potencia requerida.

Cuando se desea alimentar equipos de corriente alterna en 220 Volts, es necesario instalar además, entre la batería y el mismo, un inversor de corriente.

**El Sistema Modulo Auto-regulado - Batería**

Esta formado por uno o dos módulos fotovoltaicos conectados directamente a la batería. Este sistema no requiere el empleo de diodos en serie ni de reguladores de carga para la batería. El sistema es extraordinariamente sencillo y confiable ya que no utiliza elementos electrónicos como los mencionados, que ocasionalmente pueden fallar.

En estos sistemas se utilizan módulos formados por 30 celdas de silicio monocristalino conectadas en serie. Este tipo de celdas - a diferencia de las policristalinas - tienen una alta resistencia eléctrica interna lo que hace innecesario el uso del diodo para evitar la descarga de la batería durante la noche.

Por otra parte, el número de celdas que lo forman limita la tensión operativa máxima del módulo que autorregula así su generación eléctrica al estado de la batería. Cuando ésta se aproxima a su carga máxima, el módulo disminuye la intensidad de la corriente que genera y evita así que la batería se sobrecargue.

Solamente en aquellos casos en que el consumo (lámparas u otros aparatos) no son conectados diariamente a la batería - por ejemplo en casas de fin de semana - se recomienda instalar un regulador de carga. A este tipo de sistemas pertenecen los módulos de *pequeña potencia de Siemens* (M-14), utilizados en electrificación de alambrados, náutica y otros, el de *mediana potencia* M-20, empleado en electrificación de alambradas de gran alcance, en comunicaciones y otros casos y los equipos de mayor potencia de Siemens: Solartec 140, 190, 280 y 380. Mencionamos estos porque son comercializados en nuestro país desde hace más de 15 años, han sido utilizados y probados en toda la geografía nacional y aunque pueden conseguirse módulos más económicos de otros orígenes.

### El Sistema con Regulador de Carga

Como se ha explicado, es conveniente colocar un regulador de carga tipo serie, el en los casos en que un módulo auto-regulado alimenta una carga que se usa ocasionalmente. En sistemas de mayor potencia, cuando el número de módulos es mayor que dos, o cuando exigencias particulares de la carga a alimentar lo requiere, se usan módulos de mayor tensión nominal, que tienen 33 celdas de silicio monocristalino conectados en serie, y en estos casos es necesario el uso de un regulador de carga de la batería. Pertenecen a este tipo el módulo "Siemens M-36" con el que se forman generadores de potencias variadas.

### Sistemas en Corriente Alterna (220 V - 50 Hz)

Cuando la carga que se desea alimentar es de corriente alterna (la mayoría de los televisores color, videocaseteras, computadoras y otros), debe instalarse entre la batería y la carga, un inversor de corriente que transforme la corriente continua de la batería de 12 V en corriente alterna de 220 V y 50 ciclos. En el mercado se dispone de inversores de distinta potencia según las características de la carga a alimentar.

### Instalación

Usualmente el generador viene equipado con un soporte metálico que se abulona al módulo y que tiene una abrazadera para fijarlo sobre un caño galvanizado de 2 pulgadas. Este caño puede fijarse al suelo, a la pared o al techo de una vivienda. El frente del módulo debe orientarse al Norte geográfico (posición donde el sol alcanza la altura máxima al mediodía). El módulo, para aprovechar mejor la radiación solar debe inclinarse sobre el plano horizontal del suelo. El ángulo depende de la ubicación geográfica. El ángulo debe ser aproximadamente 10 grados mayor que la latitud del lugar. Por ejemplo, Ciudad de Bariloche, latitud 41°, ángulo de inclinación 51°, en nuestra región el ángulo de inclinación óptimo sería  $35^\circ + 10^\circ = 45^\circ$ , aunque si decidimos incorporar el panel al curtain wall de nuestro edificio entonces si o si el ángulo será de 90° aunque no estemos aprovechando correctamente al generador. Tendrá con 90° un mejor comportamiento en invierno que en verano, pero como la radiación solar es menor en invierno tendremos una relativa compensación.

**Nota:** debemos evitar que entre las 9 horas de la mañana y las 5 horas de la tarde no existan árboles u otros objetos que proyecten su sombra sobre el módulo.

El generador tiene una bornera en la que están identificados los polos (+) y (-) que deberán conectarse respectivamente a los bornes de igual signo de la batería. La sección del cable depende de la distancia y como ya se vio en Instalaciones 1 si trabajamos con tensiones bajas (12V) necesitaremos mayor sección en el conductor, es por esto que es recomendable utilizar inversores de corriente para pasar de 12 V a 220 V ahorrando costos al usar secciones menores. El único mantenimiento que requiere el sistema es controlar periódicamente el nivel de electrolito en las baterías.

### Utilización de la Energía Producida

En la Tabla 1 se indican, para cada modelo de generador el número de horas por día que pueden funcionar, simultáneamente, en una vivienda distintos artefactos. Se han indicado los elementos más comunes. Si alguno no correspondiera, la energía equivalente se puede aplicar para atender el consumo de otros artefactos tales como ventiladores de pie o de techo, pequeñas bombas de agua, hornos de microondas, etc. Los datos que se indican en la tabla son valores promedio anual para la zona central del país. Para un cálculo más detallado, consultar la página siguiente.

### Como Seleccionar el Generador Adecuado

Existe un procedimiento simplificado para ayudarnos a calcular la demanda eléctrica de nuestro edificio y el

generador adecuado en cualquier lugar del país propuesto por Siemens - SOLARTEC. Se los mostramos para cuando se encuentren en el interior y necesiten un cálculo rápido aunque en el TP de hoy lo simplificaremos más aún.

**PLANILLA PARA CALCULAR DEMANDA DE ENERGIA**

1) En corriente continua

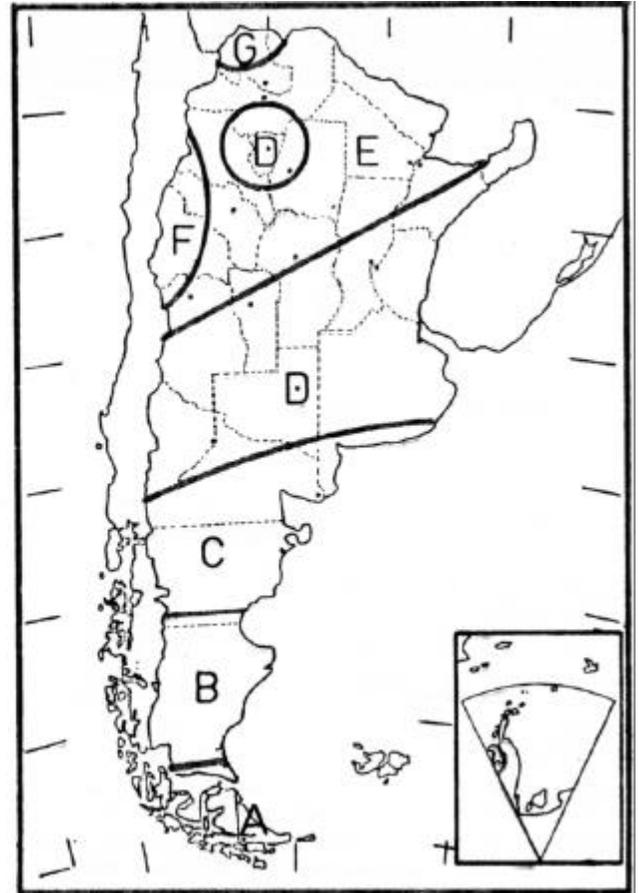
Aparato	Horas de uso por día (A)	Consumo del aparato en Watts (B)	Total (AxB) Watt-hora/día
Sub-Total 1			

2) En corriente alterna

Sub-Total 2			

Agregar 15% para tener en cuenta el rendimiento del inversor.

Demanda total de energía en Watt-Hora/día (1+2)			
---	--	--	--



- 1) En la Planilla 1 de la Figura 2 se anotan los distintos aparatos (lámparas y otros) que deben ser alimentados por el generador. Para cada aparato se indicará el número de horas por día que estará encendido y en la columna siguiente el consumo en Watts del mismo. Como resultado se obtiene la Demanda de energía en Watt-hora por día.
- 2) En el mapa de la Argentina se ubica el lugar donde se instalará el generador. El mapa está dividido en siete zonas (de A a G). A cada una de ellas corresponde un valor distinto de radiación solar, la que es mayor en el norte del país y menor en el sur. Un mismo modelo de generador producirá en consecuencia, más energía en La Rioja que en Comodoro Rivadavia.
- 3) En la Tabla 1 están indicados los valores de generación en Watt-hora por día (promedios anuales) de los distintos modelos de generadores (Siemens) y para las distintas zonas del país.
- 4) Para elegir el equipo que se necesita, se compara el dato de Demanda total de energía calculado en Watt-hora por día con los valores de generación de energía. El modelo a seleccionar deberá tener una Capacidad de generación aproximadamente igual o ligeramente superior a la Demanda calculada.

GENERACIÓN PROMEDIO EN WATT-HORA POR DÍA							
Modelo	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Zona F	Zona G
Solartec 140	80	100	125	130	135	145	180
Solartec 190	105	135	170	180	190	200	250
Solartec 280	160	200	250	260	270	290	360
Solartec 380	210	270	340	360	380	400	500
GS-1,	85	105	130	135	140	150	185
GS-2	170	210	260	270	280	300	370
GS-4	340	420	520	540	560	600	740
GSX-4	470	590	730	760	790	840	900

**Tabla 1:** Generación media de los diferentes modelos de módulos solares (Siemens) para diversas regiones de la República Argentina.

Luego de esta introducción procederemos a realizar el **trabajo práctico** cuyo objetivo consiste en determinar para la “zona D” (Ver mapa adjunto) cuantos módulos GS-4 (generan 540 Wh/día) vamos a necesitar para cubrir la demanda de iluminación artificial de nuestro edificio. Para esto tendremos como dato que en un edificio de oficinas se requieren 2,4 W/m<sup>2</sup>/h de potencia eléctrica

en iluminación y  $1,4 \text{ W/m}^2/\text{h}$  en viviendas. En este punto aclaramos que estos requerimientos corresponden al uso intensivo de equipos de bajo consumo y no a equipos incandescentes o alógenos. Si usáramos lámparas comunes deberíamos multiplicar por 10 la potencia eléctrica indicada. El segundo dato que requeriremos es las horas de uso del sistema de iluminación artificial que podemos acordar en 10 hs para oficinas y 8 hs en viviendas, a los cuales deberemos multiplicar por un factor de simultaneidad que será de 0,8 en oficinas y 0,4 en viviendas.