

# H.5.2.DESARROLLO DEL SISTEMA PARA LA INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA MARQUESINA

## SIRVE

### SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

#### *Socios del proyecto:*

---



#### *Colaborador:*

---



*Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el  
Subprograma INNPACTO 2011*

---



## 1. ESCENARIOS DE APLICACIÓN

En la actualidad, existen muy pocas estructuras que integren generación fotovoltaica y recarga de VE, y las que lo hacen están diseñadas para alimentar motocicletas y pequeños automóviles eléctricos. Este proyecto plantea desarrollar un sistema novedoso en la línea de la integración total de los componentes en el sistema y la integración con el entorno a un nivel estético y funcional.

La generación fotovoltaica se integrará formando parte de la propia estructura, al igual que en el sistema de almacenamiento, la generación tiene que ser modular y ampliable mediante la unión de nuevos módulos de marquesina.

### *Condiciones de conexión en función de las características de los sistemas de generación eléctrica*

El RD 1663/2000 en su artículo 9 establece una clasificación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- Instalaciones con potencia nominal de hasta 5 Kw. Se pueden conectar en baja tensión a través de una red monofásica.
- Instalaciones con potencia nominal de más de 5 Kw y de hasta 100 Kw. Se pueden conectar en BT pero mediante una red trifásica.
- Instalaciones con potencia nominal superior a 100 Kw. Se conectarán en media o alta tensión o se dividirán en unidades de potencia nominal inferior o igual a los 100 Kw para conectarse a la red de BT.

De los estudios anteriores, se ha estimado una potencia pico de **1.385 kWp por plaza de aparcamiento** existente bajo una marquesina como las que se estima se diseñarán en este proyecto. Partiendo de este ratio se tiene una estimación de las potencias mínimas de cada SIRVE:

- SIRVE individual (una plaza de aparcamiento), 1,385 kWp.
- SIRVE multicarga modular (entre 10 y 20 plazas de aparcamiento), 13,85 kWp.

Para dar cobertura a la generación calculada en cada instalación se estima una **superficie de generación por plaza de aparcamiento de entorno a  $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$** . Dicha superficie se cubre con la utilización de nueve paneles fotovoltaicos.

## 2. PRESENTACIÓN CONFIGURACIÓN.

Después de la obtención en las tareas anteriores de las necesidades de generación por vehículo y de la superficie disponible para generación por vehículo  $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$  y tras realizar un estudio exhaustivo de las necesidades, se ha llevado a cabo el dimensionado y diseño de una instalación solar fotovoltaica sobre marquesina para recarga de vehículos eléctricos.

Se trata de un módulo de capa fina con **tecnología CIGS** de muy elevadas prestaciones, lo que nos permite aprovechar la **radiación difusa** (y no solo la incidencia directa del sol) para la generación eléctrica y hace de este equipo un sistema idóneo para aplicaciones de integración en edificios o cubiertas. El extraordinario comportamiento a bajas irradiancias así como la potencia extra debido a la tolerancia positiva y el efecto de light soaking los hacen ideales para este tipo de instalación. Con todo ello se consiguen instalaciones con unas eficiencias mayores en comparación a otras tecnologías.

## 3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS

### *Parámetros mecánicos*

<b>Largo</b>	1190 (+3/-1) mm
<b>Ancho</b>	789,5 (+3/-1) mm
<b>Altura</b>	7,3 mm (+ caja de conexión, 15 mm)
<b>Peso</b>	16,5 kg
<b>Cubierta frontal</b>	4 mm vidrio blanco templado (ESG)
<b>Cubierta posterior</b>	3 mm vidrio flotado
<b>Marco</b>	No
<b>Tipo de célula</b>	CIGS [Cu(In, Ga)Se <sub>2</sub> ]
<b>Caja de conexión</b>	Clase de protección IP 65 con 1 diodo bypass (3 A) 66x54x15 mm <sup>3</sup>
<b>Tipo de cable</b>	Cable solar 2.5 mm <sup>2</sup> (+) 855 (+30 / -0) mm; (-) 735 (+30 / -0) mm
<b>Conector</b>	Multicontact MC4

Tabla 1. Parámetros mecánicos de los paneles fotovoltaicos.

## Parámetros eléctricos

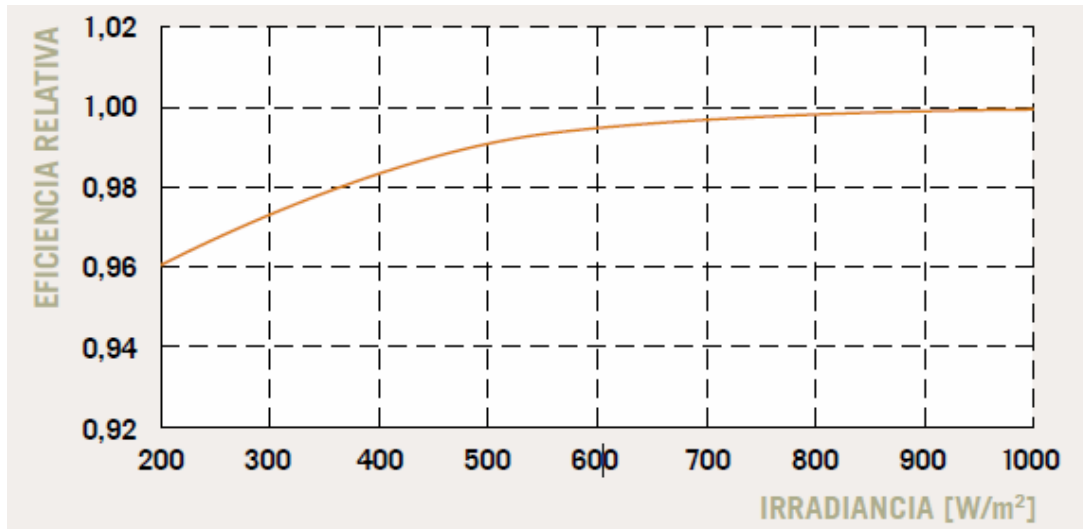
VALORES NOMINALES BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE ENSAYO (STC:1000 w7M2, 25°C, ESPECTRO AM 1,5) <sup>1</sup>							
CLASE DE POTENCIA			95	100	105	110	115
Eficiencia Nominal	$\eta$	[%]	10.1	10.6	11.2	11.7	12.2
Potencia Nominal (+5/-0Wp)	$P_{MAX}$	[W]	95	100	105	110	115
Corriente de Cortocircuito	$I_{sc}$	[A]	1.68	1.68	1.68	1.69	1.69
Tensión en circuito abierto	$V_{oc}$	[V]	89	90.1	91.6	93.3	95.1
Corriente a máxima potencia	$I_{MPP}$	[A]	1.43	1.46	1.49	1.52	1.54
Tensión a máxima potencia	$V_{MPP}$	[V]	66.4	68.5	70.5	72.4	74.7

- (1) Tolerancia PMPP del  $\pm 5\%$ . Tolerancia ISC, VOC, IMPP, VMPP del  $\pm 10\%$ . Para una medición STC válida del rendimiento debe someterse al módulo a un tratamiento lumínico (1 hora a 1000 W/m<sup>2</sup>, tensión a circuito abierto) seguido por una fase de refrigeración a 25 °C. Para la configuración del sistema, tenga por favor en cuenta el incremento relativo típico de VMPP y VOC que produce un aumento de potencia del 2,5 % después de 215 kWh/m<sup>2</sup> light soaking. Este aumento de potencia no está incluido en los valores nominales de esta hoja de datos.

VALORES NOMINALES A TEMPERATURA NORMAL DE FUNCIONAMIENTO DE CÉLULA (NOCT: 800 W/m2, 51 $\pm$ 2 °C, ESPECTRO AM 1,5)							
CLASE DE POTENCIA			95	100	105	110	115
Potencia Nominal	$P_{MAX}$	[W]	68.7	72.3	75.9	79.5	83.1
Corriente de Cortocircuito	$I_{sc}$	[A]	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35
Tensión en circuito abierto	$V_{oc}$	[V]	81	82	83.4	84.9	86.5
Corriente a máxima potencia	$I_{MPP}$	[A]	1.14	1.16	1.18	1.21	1.22
Tensión a máxima potencia	$V_{MPP}$	[V]	60.2	62.1	64	65.7	67.8

Tabla 2. Parámetros eléctricos de los paneles fotovoltaicos.

Una vez establecidos los parámetros más relevantes, se muestra en la figura 4, como varía la eficiencia relativa de los módulos elegidos en función de las irradiancias. Se observa que se produce un máximo en dicha eficiencia cuando las irradiancias rondan los 1000 W/m<sup>2</sup>. También se puede apreciar que el comportamiento en irradiancias más pequeñas provoca una disminución en su eficiencia pero no de forma significativa, ya que esta es la característica por la que se ha escogido este tipo de tecnología.



El cambio típico relativo en la eficiencia del módulo (a potencia nominal) a una irradiancia de 200 W/m<sup>2</sup> respecto a 1000 W/m<sup>2</sup> (ambos a 25 °C y espectro AM 1,5) es de -4,0 % rel.

**Figura 1.** Comportamiento de los módulos a baja irradiancia.

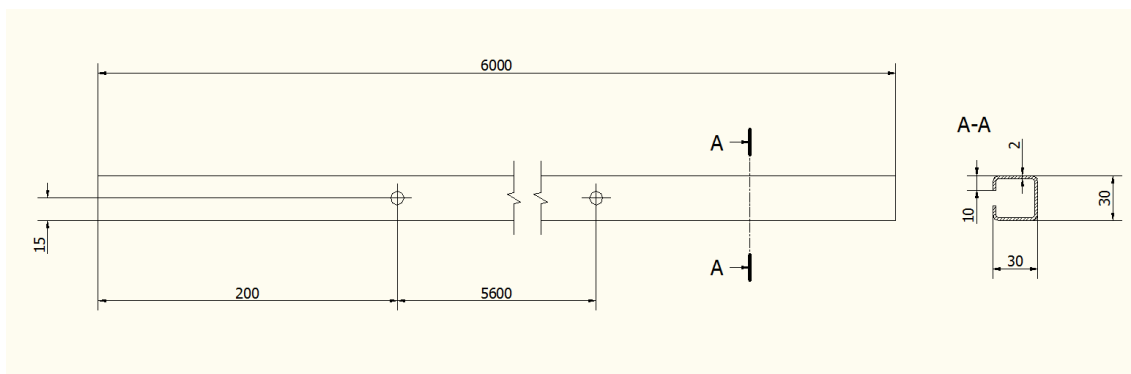
Por último para dar por definido todos los parámetros eléctricos es necesario conocer los coeficientes de temperatura (con 1000 W/m<sup>2</sup>, espectro AM 1,5), los cuales se muestran en la tabla 3.

<b>Coefficiente de temperatura de <math>I_{SC}</math></b>	$\alpha$	[%/K]	+ 0,00 ± 0,04
<b>Coefficiente de temperatura de <math>P_{MAX}</math></b>	$\gamma$	[%/K]	- 0,38 ± 0,04
<b>Coefficiente de temperatura de <math>V_{OC}</math></b>	$\beta$	[%/K]	- 0,29 ± 0,04

**Tabla 3.** Coeficiente de temperatura.

## 4. OTROS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

La colocación de los módulos en la marquesina diseñada para el estación SIRVE se realizará a través de unos perfiles en C de 40 x 40 mm que irán atornillados a la estructura, figura 6, dentro de dichos perfiles se colocarán unas grapas cuya función es la de sujetar los módulos fotovoltaicos.



**Figura 2.** Planos perfiles en C.

Hay que realizar una diferenciación entre las grapas dependiendo del lugar donde se vayan a colocar. Si su posición está entre dos módulos fotovoltaicos se utilizarán grapas intermedias, ya que tienen la posibilidad de colocar módulos a ambos lados. Mientras que si su posición se encuentra en uno de los extremos de la instalación, las grapas que se utilizarán serán aquellas en las que sólo puedan colocarse los módulos en un único lateral.

Para que se vea de forma más clara cómo quedará la instalación fotovoltaica una vez colocada, se adjunta en la figura 7 un ejemplo de instalación con la utilización de los módulos y de las grapas elegidas.



**Figura 3.** Ejemplo de instalación fotovoltaica.

El último paso sería definir los demás dispositivos que están involucrados en la instalación como es el caso del regulador, del inversor y del cableado a utilizar. Dichos dispositivos vienen determinados directamente de la configuración elegida, al tener 3 filas conectadas en paralelo la salida de la instalación será de 285,3 V, ya que la tensión en circuito abierto de los módulos es de 95,1 V. De la misma forma, como cada fila está formada por 3 módulos conectados en serie su salida será de 5,07 A, ya que su intensidad de cortocircuito es de 1,69 A. Por tanto los dispositivos elegidos tienen que ser capaces de soportar tensión en torno a 285,3 V e intensidades de 5,07 A.

No obstante éste no es un diseño cerrado, ya que está supeditado al objetivo de obtener unos dispositivos lo más eficientes posible, por lo que es posible la aparición de mejoras que se puedan desarrollar a partir de las fases de pruebas de los dispositivos.