

# La Energía Solar Fotovoltaica en vehículos de emergencia sanitaria. Proyecto FIVE

E. J. Muñoz / G. Almonacid / J. de la Casa / J. C. Hernández / J. Cárdenas  
P. Serrano / A. Mantero / A. Jiménez / E. Ferrando / O. Perpiñán / R. Eyra

## Introducción

Cuando se piensa en la energía solar, dos manifestaciones de ésta como la luz y el calor son fácilmente reconocidas. Ambas juegan un papel fundamental en la vida de nuestro planeta. No obstante, otras expresiones de la energía solar no son tan obvias; claro ejemplo es la **energía solar fotovoltaica** que proviene de la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica gracias a un fenómeno físico conocido como **efecto fotovoltaico** y que fue descubierto por el físico francés Becquerel en 1839. La **célula solar** es, sin duda, el dispositivo fotovoltaico más importante para la conversión directa de la energía solar en energía eléctrica. Consiste en una delgada oblea de material semiconductor que presenta la propiedad de absorber una determinada fracción del espectro luminoso. Los fotones absorbidos transmiten su energía a los electrones de valencia del semiconductor para así romper los enlaces que los mantiene ligados a los átomos respectivos generándose una corriente eléctrica que se puede utilizar para alimentar a un circuito externo. No obstante, los niveles de tensión que se generan entre extremos de las células solares no son adecuados para la mayoría de las aplicaciones, por lo que los fabricantes expiden al mercado las células solares en grupos de ellas, asociadas eléctricamente

entre sí y encapsuladas en un único bloque denominado **módulo fotovoltaico**. Estos últimos constituyen el elemento básico con el que se construyen los **generadores fotovoltaicos**, figura 1.

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: conectados a la red eléctrica y autónomos, figuras 2 y 3 respectivamente. Los *sistemas fotovoltaicos conectados a red* son sistemas que suplen en mayor o menor medida las necesidades energéticas para los que están proyectados, al mismo tiempo que inyectan a la red eléctrica la corriente eléctrica sobrante. En cualquier momento pueden hacer uso de la red para satisfacer una necesidad

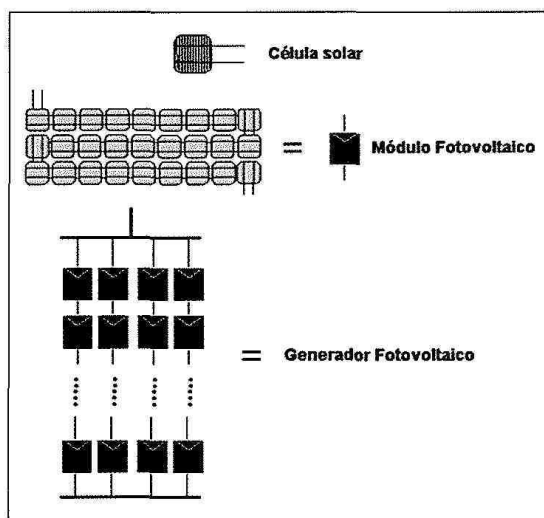


Figura 1.-Célula solar, módulo fotovoltaico y generador fotovoltaico.

Palabras clave: Energía Solar Fotovoltaica. Vehículos emergencias sanitarias. Proyecto FIVE.

Fecha de recepción: Noviembre 2002.

Seminario Médico

Año 2002. Volumen 54, N.º 3. Págs. 53-62

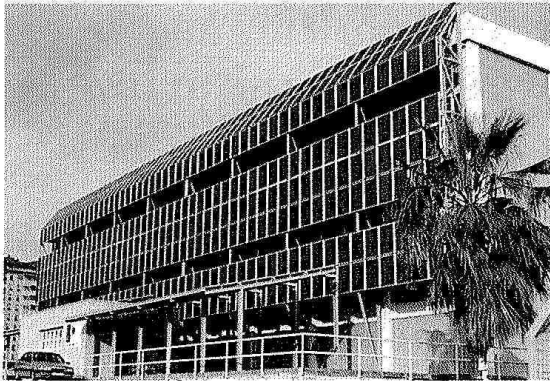
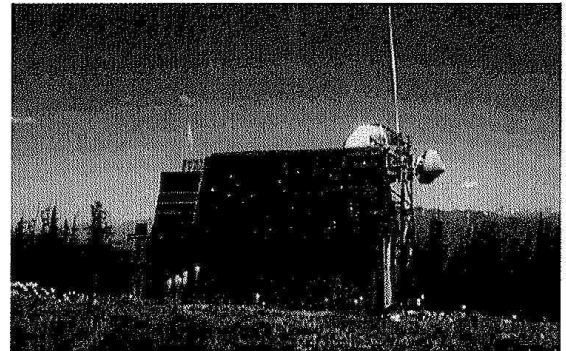


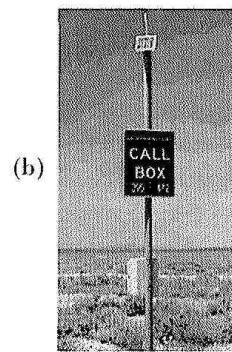
Figura 2.—Sistema fotovoltaico conectado a red. Proyecto UNIVER (UNIversidad VERde) situado en el Campus Universitario «Las Lagunillas», Jaén.

energética superior a la que genera el propio sistema fotovoltaico. Por otro lado, los sistemas fotovoltaicos autónomos, tal y como indica su nombre, se caracterizan por ser independientes de la red eléctrica, cubriendo totalmente la demanda energética para la que han sido diseñados sin tener que hacer uso de esta última. En la actualidad, la mayoría de los sistemas fotovoltaicos son autónomos, tanto en término de número como de potencia instalada. Suelen ser aplicaciones de pequeña y mediana potencia en las que resulta prácticamente imposible acceder a un punto de acceso a la red eléctrica. De hecho, los sistemas fotovoltaicos autónomos constituyen una de las aplicaciones de mayor interés en la actualidad en este sentido debido a su mayor competitividad económica frente a otras alternativas que garantizan el suministro eléctrico, además de representar una fuente de energía limpia y fiable.

Dos son las aplicaciones principales a las que se encuentran orientados este tipo de sistemas fotovoltaicos autónomos: aplicaciones de servicio y viviendas aisladas. Las aplicaciones de servicio proporcionan normalmente soluciones energéticas para consumos relativamente bajos (10-300 W). Ejemplos típicos pueden ser: sistemas de telecomunicación, boyas y luces de emergencia, bombeo de agua, alumbrado público, botes de recreo solares, etc... Hay que indicar que las aplicaciones que se les pueden asignar



(a)



(b)

(c)



Figura 3.—Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Aplicaciones de Servicio: (a) Repetidor de telecomunicaciones. (b) Teléfono en carreteras. Viviendas aisladas: (c) Prados de la Presa (Sierra de Segura, Jaén).

a los sistemas fotovoltaicos depende, en gran parte, de un exhaustivo análisis de las necesidades del mercado desde el punto de vista de los usuarios finales, así como de una adecuación correcta de estos sistemas a las mismas. Aunque parezca una contradicción, generalmente, el mercado de las aplicaciones de servicio se ve impulsado más por la industria convencional que por la propia industria fotovoltaica. La primera, siempre en la búsqueda de nuevos productos, así como de conseguir una atrac-

tiva independencia de la red eléctrica, suele ser la primera en tomar la iniciativa de adoptar e integrar sistemas fotovoltaicos en sus productos y servicios. Claro está, que, una vez tomada esta decisión, esta integración va acompañada de un esfuerzo conjunto por parte tanto de la industria convencional como de la fotovoltaica. Siguiendo en esta línea, el **Proyecto FIVE** (Fotovoltaico Integrado en Vehículos de Emergencia) pretende ofrecer e incorporar un nuevo producto y/o servicio al mercado fotovoltaico mediante la aplicación de la **energía solar fotovoltaica en vehículos de emergencia sanitaria** con la finalidad primordial de mejorar su funcionamiento.

El Proyecto FIVE constituye un proyecto de investigación financiado por el *Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de España*, cofinanciado con fondos *FEDER* de la Unión Europea. Nace de una iniciativa conjunta de **EPES** (Empresa Pública de Emergencias Sanitarias de Andalucía) y el Grupo de Investigación **I+DEA** de la **Universidad de Jaén** como respuesta a un problema que se observa en la operación cotidiana de las **Unidades de Vigilancia Intensiva (U.V.I.) móviles**: el acusado envejecimiento prematuro de las baterías del vehículo, batería original y de servicio, provocado por el elevado consumo eléctrico que exigen los servicios originales (propios de un vehículo convencional) y auxiliares (equipamiento electromédico y de señalización de la U.V.I. móvil) Aparte de los dos socios anteriormente mencionados, en el proyecto FIVE participan otros dos socios colaboradores: **Emergencia 2000**, empresa carrocera de vehículos de emergencia, e **ISOFOTON**, empresa fabricante del sector fotovoltaico.

#### Antecedentes

Actualmente, los vehículos de emergencia sanitaria presentan un esquema eléctrico que se puede considerar estándar en la mayoría de las ocasiones, figura 4. Tal y como se puede apreciar, existe una batería de servicio con una capacidad de 180 Ah, y una

batería de origen de 95 Ah, ambas de 12 V. La batería de servicio sirve para respaldar los servicios auxiliares del vehículo: equipo electromédico, señalización e iluminación interior y exterior del vehículo de emergencias sanitarias, mientras que la batería de origen cubre el consumo de los servicios originales (los característicos de cualquier vehículo convencional) Todas las baterías presentes en el vehículo son baterías de plomo-ácido de arranque con electrolito líquido.

Por otro lado, existe un puente de diodos con un ánodo común que permite conectar el alternador del vehículo a ambos sistemas de baterías: la de origen y la de servicio, permitiendo la carga de las mismas cuando el primero se encuentra en funcionamiento, al mismo tiempo que impide la conexión directa de ambas, evitando que si alguna de ellas se encuentra defectuosa, la otra pueda descargarse totalmente a través de ella. Por último, cabe destacar el cargador de baterías que permite la carga de las baterías utilizando un punto de acceso a la red eléctrica.

Por norma general, las U.V.I. móviles permanecen en los centros hospitalarios en estado de espera hasta que se produce una **activación**, nombre que se utiliza para designar una salida de la U.V.I. móvil con la finalidad de prestar un servicio de emergencias sanitarias. Para el caso particular de Jaén, las U.V.I. móviles de EPES prestan actualmente servicio desde Jaén y Bailén. El primero tiene adscritos dos centros hos-

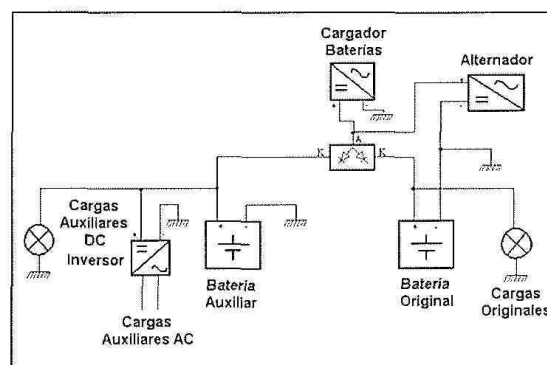


Figura 4.—Esquema eléctrico simplificado de un vehículo de emergencias sanitarias.

pitalarios: «Ciudad de Jaén» y «Princesa de España», mientras que al segundo le corresponden «Alto Guadalquivir» de Andújar y «San Agustín» de Linares.

Durante la activación, el consumo eléctrico de la U.V.I. móvil es tan notable que la elección del alternador del vehículo se convierte en un aspecto crucial para el adecuado funcionamiento del sistema. Cuando se solicitó este proyecto, las UVI móviles estaban dotadas con un alternador de 60 A, lo que no les permitía cubrir por completo la demanda energética durante la activación, que podía llegar a alcanzar valores de hasta 70 A. En esta situación, las descargas que experimentaban las baterías, en especial la batería auxiliar, eran muy intensas y profundas, por lo que dejaban de estar operativas al cabo del poco tiempo. Actualmente, las U.V.I. móviles de EPES utilizan un alternador de 120 A que les permite cubrir por completo la demanda energética durante la activación. Este hecho ha paliado considerablemente el desgaste al que se sometían a las baterías durante la misma. No obstante, y debido a la propia naturaleza del servicio que prestan, este tipo de vehículos permanece en estado de espera durante la mayor parte del tiempo, figura 5, durante el cual determinados servicios auxiliares necesitan un aporte constante de energía eléctrica. Esto último provoca que la batería auxiliar o de servicio esté sometida diariamente a una descarga continua. Aunque ésta pueda ser compensada posteriormente a través de la carga que provoca el propio alternador del vehículo, así como a través del cargador de baterías presente en el mismo, está claro que esta situación, que se repite diaria y continuamente, de-

genera fácilmente en un envejecimiento prematuro de las baterías. Esto trae consigo inconvenientes muy ocasionales que se pueden presentar en la respuesta del vehículo a la hora de arrancar, así como los gastos de mantenimiento asociados y el efecto contaminante (1) que provoca el desecho de baterías de Plomo-ácido (2-3). De hecho, no hay que olvidar que, en la actualidad, más de 75% del plomo presente en el mercado se dedica para fabricar baterías (4). Del estudio derivado del Proyecto FIVE en el que se analizó la operación diaria de las U.V.I. móviles durante los años 2000 y 2001 en la provincia de Jaén, la cantidad de carga diaria media que requieren los servicios auxiliares en estado de espera se encuentra en torno a 75 Ah. La *cantidad de carga*, expresada en Ah, es una medida de energía, como lo pueden ser los mismos Wh indicados en el contador eléctrico de nuestras casas; para pasar de Ah a Wh basta con multiplicar por la tensión del sistema, en este caso 12 V. Por otro lado, se estima, con las medidas efectuadas, que el propio alternador del vehículo, además de cubrir el consumo de todas las cargas presentes durante la activación, puede devolver en torno a 40 Ah diarios a la batería auxiliar, lo que supone un déficit diario de 35 Ah para la misma que deberá ser repuesto por el cargador de baterías conectado a la red e instalado en el propio vehículo. Queda patente, por tanto, la dependencia de este tipo de vehículos con respecto a la presencia de un punto de acceso a la red eléctrica, o la necesidad de mantener el motor del vehículo en marcha durante un tiempo prolongado cada día (entre 30-45 minutos) con el único objetivo de cargar las baterías.

(1) La directiva 91/157/CEE sobre pilas y acumuladores regula los materiales que entran en su fabricación así como la gestión de sus residuos.

(2) En España el R.D. 45/86 viene a ser reflejo de la directiva comunitaria anteriormente indicada. Recientemente, la UE ha modificado la Directiva 91/157 estableciendo mayores limitaciones para los metales pesados Hg, Cd y Pb y restringiendo muy severamente la batería de Ni-Cd. Además se han fijado los coeficientes para la recuperación y reciclado de la batería Plomo-ácido

(3) La directiva 2000/53/CE sobre Vehículos fuera de uso establece algunas limitaciones al uso del Plomo y queda limitado a las baterías, algunas aleaciones y recubrimientos.

(4) <http://www.confemetal.es>

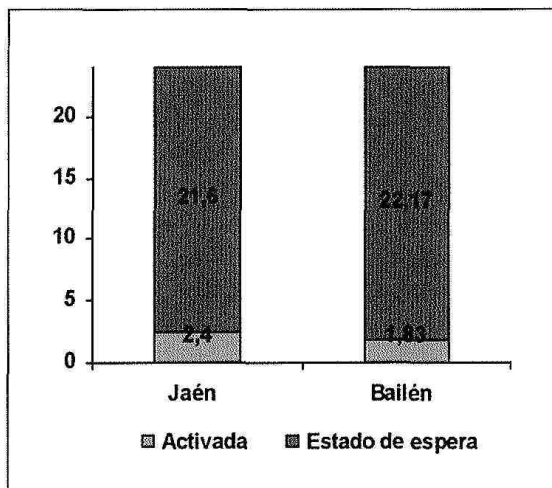


Figura 5.—Número diario medio de horas en las que la U.V.I. móvil se encuentra activada frente a las que se encuentra en estado de espera. Datos obtenidos para los dos centros hospitalarios que cubren el servicio de emergencias sanitarias en la provincia de Jaén (estudio realizado sobre todas las activaciones producidas en la provincia de Jaén durante los años 2000 y 2001).

#### Objetivos Tecnológicos del Proyecto FIVE

El principal propósito es el diseño y montaje de un **Generador Fotovoltaico (GFV)** en una U.V.I. móvil que permita alargar la vida útil de las baterías y que disminuya la probabilidad de fallo ocasional en la puesta en marcha del vehículo durante una activación gracias a un aporte extra de energía. La incorporación de una nueva fuente de energía, que además es respetuosa con el medio ambiente, permite paliar la continua descarga a la que se ven sometidas las baterías durante el estado de espera, especialmente la batería de servicio, lo que aumentará la vida media de las mismas. Por otro lado, la autonomía de las U.V.I. móviles también se verá incrementada: la recarga de las baterías depende actualmente por completo de la existencia de un punto de acceso a la red eléctrica. Si bien, esto se cumple en la mayoría de las ocasiones, existen situaciones especiales en las que se requiere la autonomía del vehículo de emergencias sanitarias durante un período de tiempo relativamente largo y en localizaciones donde el acceso a la red eléctrica re-

sulta si no imposible, si bastante complicado: eventos deportivos fuera de las zonas urbanas, romerías, estacionamientos en carreteras, etc... La implantación de un generador fotovoltaico en la U.V.I. móvil dota a la misma de una gran independencia, lo que le permite afrontar las situaciones anteriormente descritas con un alto grado de autonomía, sin necesidad de mantener el motor del vehículo activado.

Además, no hay que olvidar que este incremento de la autonomía de la U.V.I. móvil puede representar un aspecto especialmente importante en los servicios prestados por este tipo de vehículos en países subdesarrollados o en vías de desarrollo donde la red eléctrica está poco extendida, y donde existen vastas zonas donde prácticamente no se encuentra todavía implantada.

#### Desarrollo del Proyecto

El generador fotovoltaico está constituido por 8 módulos I-50 proporcionados por ISO FOTON con una potencia total de 400 Wp, figura 6. El valor de esta última no tiene ninguna justificación con el cálculo vinculado a la demanda energética del vehículo, sino que se ha intentado aprovechar al máximo toda la superficie disponible en la cubierta del mismo. A partir de los datos correspondientes a la irradiación diaria

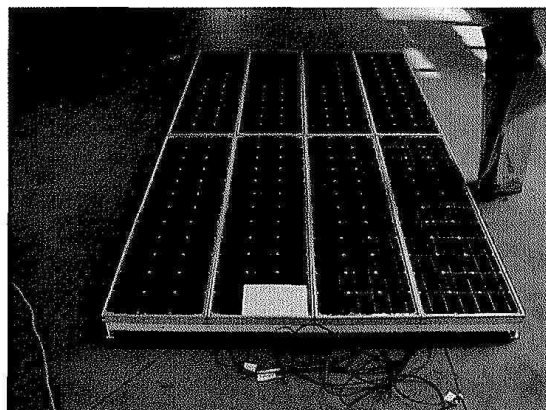


Figura 6.—Fotografía del generador fotovoltaico antes de ser instalado en el techo del vehículo. Los módulos fotovoltaicos que constituyen el generador fotovoltaico fueron proporcionados por ISO FOTON (empresa colaboradora del proyecto).

media mensual (G) sobre una superficie horizontal en Jaén y de las características del GFV, se puede estimar la cantidad de carga diaria media proporcionada por el GFV para cada mes del año, tabla 1. Para un día medio anual, la cantidad de carga generada por el GFV es de 79 Ah. Esta cantidad excede el déficit teórico que existía entre el consumo y la cantidad de carga entregada por el alternador a la batería auxiliar en una U.V.I. móvil operativa en Jaén si no se considera ningún acceso a una toma de red eléctrica. No obstante, no hay que olvidar que este valor no deja de ser un valor medio, y que la cantidad que proporciona el GFV varía en función de cada mes del año, alcanzando un mínimo en el mes de Diciembre donde se entrega una cantidad de carga de 33,75 Ah, valor que, no obstante, prácticamente coincide con los 35 Ah deficitarios. Queda patente que, como contraprestación a constituir una fuente de energía limpia e inagotable, la energía solar fotovoltaica presenta un carácter aleatorio sometido a ciclos diarios y estacionales, situación que se puede agudizar en determinados meses

**Tabla 1. Estimación de la cantidad de carga diaria media mensual proporcionada por el GFV a partir de la irradiación diaria media mensual**

Mes	G (KWh/m. <sup>2</sup> )	Ah diarios
Enero	2,6	41,79
Febrero	3,3	53,04
Marzo	4,7	75,54
Abril	5,4	86,79
Mayo	6,7	107,68
Junio	7,4	118,93
Julio	7,6	122,15
Agosto	7	112,50
Septiembre	5,7	91,61
Octubre	4	64,29
Noviembre	2,9	46,61
Diciembre	2,1	33,75
<b>Media diaria anual</b>	<b>4,95</b>	<b>79,56</b>

cuando la irradiación diaria media sea escasa. No obstante, ante situaciones de déficit de energía, que serán muy ocasionales, siempre se tendrá el propio alternador del vehículo para respaldar tanto el consumo como la carga de las baterías.

Todos estos datos ponen de manifiesto la importancia del generador fotovoltaico como fuente adicional de energía, no sólo desde el punto de vista de la preservación de la vida útil de las baterías, que es un problema que EPES ha solucionado en gran medida con la utilización de alternadores de mayor corriente nominal, así como instalando cargadores de baterías más avanzados, y sobre todo con una eficaz gestión de la carga de las baterías desarrollada por los técnicos de emergencia sanitaria, sino desde la perspectiva de dotar al vehículo de una mayor autonomía que le permita afrontar determinadas situaciones con una mayor independencia, lo que favorecerá la calidad del servicio que puedan prestar. De hecho, durante la práctica totalidad del año, el vehículo se convierte en autónomo e independiente completamente de la red eléctrica. La incorporación del generador fotovoltaico en el vehículo ha exigido la búsqueda de una configuración física y eléctrica adecuada, que optimice, tanto la instalación del mismo en la cubierta del vehículo, como la interacción del sistema eléctrico original del vehículo con el generador fotovoltaico. Con relación a la integración del generador fotovoltaico en el vehículo se adoptó instalar el primero en una estructura de aluminio que a su vez se fijaba a la cubierta del vehículo. Se estableció una distancia adecuada entre el generador fotovoltaico y la cubierta del vehículo con la finalidad de establecer un colchón de aire que amortiguara en la medida de lo posible las altas temperaturas que se podrían alcanzar como consecuencia de una completa exposición al Sol para obtener el máximo rendimiento del GFV. Por otro lado, con relación a la configuración eléctrica, hay que indicar que la falta de información existente sobre este aspecto no permitía adoptar soluciones concretas sobre la topo-

logía que permitiera interaccionar adecuadamente el sistema eléctrico original del vehículo de emergencias sanitarias con el propio generador fotovoltaico. De hecho, esta última podría resultar errónea, y no aportar datos de interés para el diseño de futuros prototipos. Bajo esta premisa, se acordó el montaje y evaluación de un prototipo que pudiera utilizarse como banco de pruebas. El diseño de este **prototipo genérico**, figuras 7 y 8, se ha realizado sobre una UVI móvil que se encontraba fuera de servicio. Hay que destacar la gran versatilidad del mismo para ser utilizado como banco de pruebas y que se justifica en un cuadro eléctrico de conexiones, medida y control instalado en la cabina trasera del vehículo, figura 9. Gracias a este cuadro, se pueden configurar, evaluar y comparar diferentes soluciones de interacción entre el sistema fotovoltaico y el sistema eléctrico original de la U.V.I. móvil, facilitando, asimismo, la incorporación de nuevos elementos de control durante el desarrollo del proyecto. De esta forma, se puede evaluar el comportamiento de ambos sistemas operando conjuntamente, extrayendo conclusiones sobre los elementos a utilizar, así como de la topología que extrae un mayor rendimiento al GFV.



Figura 7.—Prototipo de vehículo de emergencias sanitarias con un GFV de 400 Wp instalado en la cubierta. El vehículo fue proporcionado por EPES (socio participante del proyecto) La instalación del generador fotovoltaico así como la adecuación de la UVI móvil en prototipo se llevó a cabo en las instalaciones de Emergencia 2000 (socio participante del proyecto) en Fuenlabrada, Madrid.

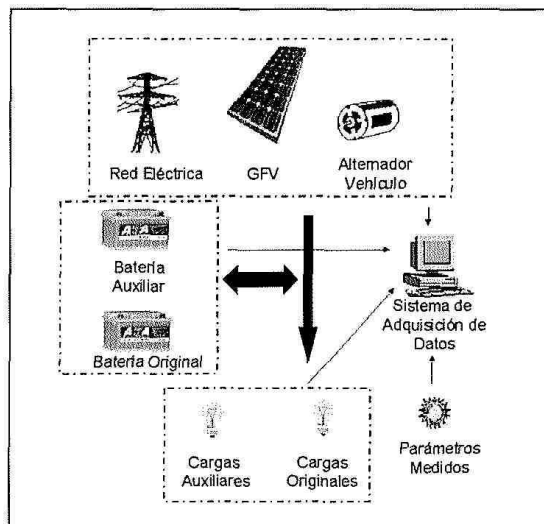


Figura 8.—Esquema eléctrico simplificado del Prototipo del Proyecto FIVE.

Una vez realizado el diseño e implementación del prototipo se definió el protocolo de realización de pruebas de funcionamiento simulado que se realizó durante el año 2001 durante el cual se contó con la completa colaboración de EPES, facilitando no sólo toda la información de la que disponía sobre el funcionamiento y operación de sus U.V.I. móviles, sino que también puso a disposición del Grupo I+DEA un técnico de emergencias sanitarias que permitió desarrollar en toda su extensión las diferentes simulaciones que se realizaron con el prototipo. De



Figura 9.—Cuadro de eléctrico de conexiones, medida y control ubicado en la parte trasera del vehículo.

las mismas se dedujo la topología adecuada para que el GFV proporcionara energía tanto a la batería de servicio como la original, asignando mayor prioridad a la primera, ya que es esta última la que experimenta profundidades de descarga mayores. No obstante, la búsqueda no se ha restringido exclusivamente a la determinación de aquella configuración que sea más compatible con el sistema eléctrico original del vehículo y que permita entregar a las baterías la mayor cantidad de energía, aspecto que se ha alcanzado, sino que actualmente se está realizando la redacción de un memorándum que recoja todas las recomendaciones y pautas a tener en cuenta para un uso y mantenimiento adecuado de las baterías presentes en la U.V.I. móvil, independientemente de que tenga incorporado un generador fotovoltaico. Todo ello para conseguir un mejor funcionamiento del vehículo de emergencias sanitarias desde el punto de vista de las baterías y del suministro de energía eléctrica.

### Resultados y conclusiones

Según los datos de las medidas realizadas, se pone de manifiesto la viabilidad de funcionamiento de un sistema fotovoltaico en un vehículo de emergencias sanitarias, así como las ventajas que supone la incorporación de un GFV a una U.V.I. móvil:

1) **Incremento de la vida útil de las baterías.** Gracias a la presencia de la corriente proporcionada por el generador fotovoltaico, así como del carácter continuado de la misma, figura 10, las baterías no sufren una descarga acusada durante el estado de espera, lo que redundaría en un alargamiento de la vida útil de las mismas.

2) **Aumento de la autonomía de la U.V.I. móvil.** La cantidad de carga generada tanto por el alternador del vehículo como por el propio generador fotovoltaico cubre prácticamente el consumo de la UVI móvil en estado de espera. Sólo existiría una pequeña cantidad deficitaria, 1,5 Ah, durante el mes

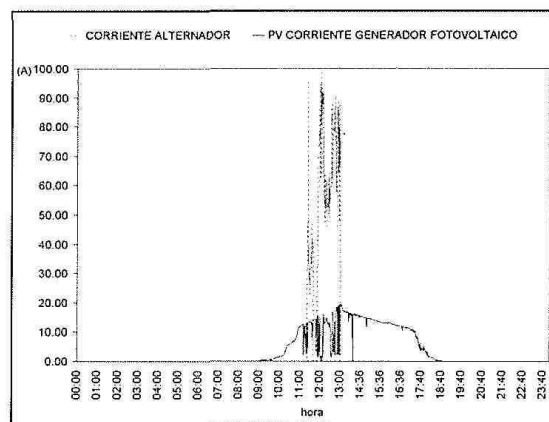


Figura 10.—Comparativa de la corriente generada por el alternador del prototipo frente a la proporcionada por el generador fotovoltaico durante un día cualquiera de verano.

de diciembre, mes al que le corresponde la menor irradiación diaria media, figura 11. 3) **Menor probabilidad de fallo en la puesta en marcha del vehículo.** Gracias a la topología escogida no sólo se carga la batería auxiliar, sino que cuando ésta se encuentra totalmente cargada, la energía proporcionada por el GFV se deriva también hacia la batería original, paliando la auto-descarga de la misma. Esto se traduce en que ambas están siempre operativas, y en especial la original que es utilizada en el arranque del vehículo.

4) **Coste poco significativo en el precio final del vehículo (inferior a un 2,5%)** El coste de una U.V.I. móvil convencional es de unos 108.000 euros, mientras que la instalación del sistema fotovoltaico en el vehículo supondría un incremento de 2500 euros.

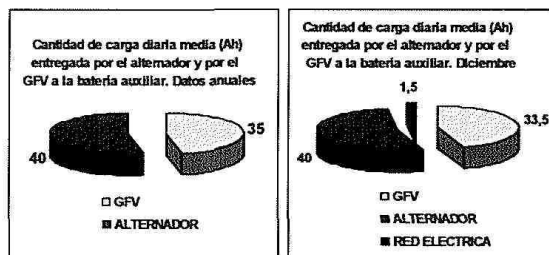


Figura 11.—Comparativa entre la cantidad de carga diaria media, valor anual y para el peor mes: diciembre, entregada a la batería auxiliar por el generador fotovoltaico frente a la proporcionada por el alternador de la UVI móvil para cubrir el consumo de los servicios auxiliares durante el estado de espera.



Por otro lado, la instalación de un sistema fotovoltaico en el vehículo de emergencias sanitarias no necesitará apoyo de ningún técnico especializado, ya que los mismos técnicos de emergencia sanitaria pueden llevar fácilmente a cabo las fáciles tareas de mantenimiento para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

5) También se ha comprobado la utilidad de realizar una buena gestión de carga de las baterías para alargar la vida útil de las mismas. En definitiva, en el presente proyecto se ha realizado el diseño e implementación de un prototipo genérico de UVI móvil con un generador fotovoltaico (GFV) instalado en su cubierta. Asimismo, se han evaluado y verificado diferentes topologías entre el sistema eléctrico original de la UVI móvil y el GFV, determinándose aquella configuración óptima la que interaccionan correctamente ambos sistemas, permitiéndose la carga de las dos baterías presentes en el vehículo, batería original y batería auxiliar o de servicio, al mismo tiempo que se ha asignado una mayor prioridad de carga a la segunda, ya que es esta última la que, al alimentar y respaldar al sistema electromédico y de iluminación, sufre una mayor descarga.

El resultado más importante alcanzado en este proyecto ha sido **demostrar la viabilidad de funcionamiento de un generador fotovoltaico en una UVI móvil** y comprobar experimentalmente las importantes ventajas o mejoras que supone en el funcionamiento de los vehículos de emergencias sanitarias la incorporación de esta fuente adicional de energía.

Como ya se ha indicado anteriormente, el costo del sistema fotovoltaico sólo representa una pequeña parte del coste total del sistema. Además, existen serias expectativas de una bajada acusada en este precio como consecuencia de un mayor desarrollo del mercado fotovoltaico. De hecho, el precio de los módulos fotovoltaicos se ha reducido de 20 €/Wp a 5 €/Wp en el período 1980-97, esperándose una reducción del 50% de este último valor para el 2005. Estas expectativas indican un descenso paulatino de los costes

asociados a la tecnología fotovoltaica. Por otro lado, a este descenso de precio de los módulos fotovoltaicos que definen prácticamente la totalidad del precio de los sistemas fotovoltaicos vendrá acompañada de un aumento de la eficiencia de estos últimos. Así mismo, la realización del proyecto FIVE también ha permitido consolidar la cooperación entre la Universidad de Jaén y el sector empresarial, lo que ayudará, sin duda, a promover futuras tareas y trabajos de investigación. De hecho, se ha instalado un sistema de monitorización en una UVI móvil de EPES actualmente operativa para medir los niveles de irradiación que realmente recibe el vehículo en su operación cotidiana. Todo ello con vistas a una futura y posible implementación de un nuevo prototipo con un generador fotovoltaico instalado y que prestaría servicios reales. Se está a la espera de la respuesta del Ministerio de Ciencia y Tecnología que apruebe la propuesta de proyecto solicitada. Por otro lado, queda patente que no sólo se ha favorecido la colaboración entre diferentes empresas, lo que ha contribuido al intercambio de ideas y proyectos entre ellas, sino que se ha incrementado y desarrollado la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico, especialmente en la búsqueda de soluciones energéticas respetuosas con el medio ambiente, a nivel tanto andaluz como nacional.

#### Agradecimientos

Los autores quisieran mostrar su agradecimiento a los participantes del proyecto «Sensor virtual del estado de carga de baterías» (OB10.02.10) de la Universidad de Jaén por su participación en la elaboración del presente trabajo. ◀

---

F. J. Muñoz, G. Almonacid, J. de la Casa, J. D. Aguilar, J. C. Hernández, J. de la Casa Cárdenas, P. Serrano, Grupo IDEA. Departamento Electrónica. Universidad de Jaén.—A. Mantero, A. Jiménez, EPES. Jaén.—E. Ferrando, Emergencia 2000. Madrid.—O. Perpiñán, R. Eyras, ISOFOTON. Madrid.

---

---

### Referencias bibliográficas

---

1. G. ALMONACID, F. J. MUÑOZ, J. DE LA CASA, J. DE LA CASA HERNÁNDEZ, J. DE LA CASA CÁRDENAS, P. SERRANO: «*FIVE Project. Integration of PV Systems on Health Emergency Vehicle*». 17<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Munich, Germany, October 2001.
2. G. ALMONACID, F. J. MUÑOZ, J. DE LA CASA, J. DE LA CASA HERNÁNDEZ, J. DE LA CASA CÁRDENAS, P. SERRANO: «*FIVE Project. Integration of PV Systems on Health Emergency Vehicle. Results and Preliminary Conclusions*» EUROSUN 2002 4<sup>th</sup> ISES Europe Solar Congress, Bologna, Italy, June 2002.
3. G. ALMONACID, F. J. MUÑOZ, J. DE LA CASA, J. DE LA CASA HERNÁNDEZ, J. DE LA CASA CÁRDENAS, P. SERRANO: «*PROGETTO FIVE. Un'ambulanza fotovoltaica*». FOTVOLTAICI, Marzo 2002.