

Iluminación pública con energía eólica y solar

En los últimos años ha habido un interés creciente en los sistemas autónomos de iluminación pública. Existen excelentes luminarias con paneles fotovoltaicos asociados a las mismas que garantizan un funcionamiento autónomo bajo ciertas condiciones: sol abundante y ausencia de nubes. En paralelo existen algunos sistemas que utilizan una turbina eólica que realiza la misma tarea: almacenar energía eléctrica para ser usada posteriormente, ¿Pero qué pasa en aquellas zonas en las que las horas de sol no pueden garantizar una autonomía razonable? ¿Y en las zonas donde no puede garantizarse un número de horas de viento suficiente? ¿O un mínimo de velocidad del viento que pueda accionar la turbina? Los sistemas actuales basados en turbinas eólicas empiezan a producir electricidad para vientos de velocidad no menor a 3...4 m/s, lo que imposibilita su utilización en zonas con vientos de rango bajo (1..2 m/s) como los que pueden existir en zonas urbanas o semiurbanas (polígonos industriales, etc.)

24

INTRODUCCION

Fruto de 4 años de investigación entre la Universidad Politécnica de Catalunya y la empresa EOLGREEN se ha desarrollado una luminaria autónoma que une los dos conceptos para obtener una autonomía total de la red pública y unas condiciones de trabajo mejoradas y optimizadas respecto a los desarrollos existentes. El sistema completo (figura 1) esta formado por los siguientes elementos:

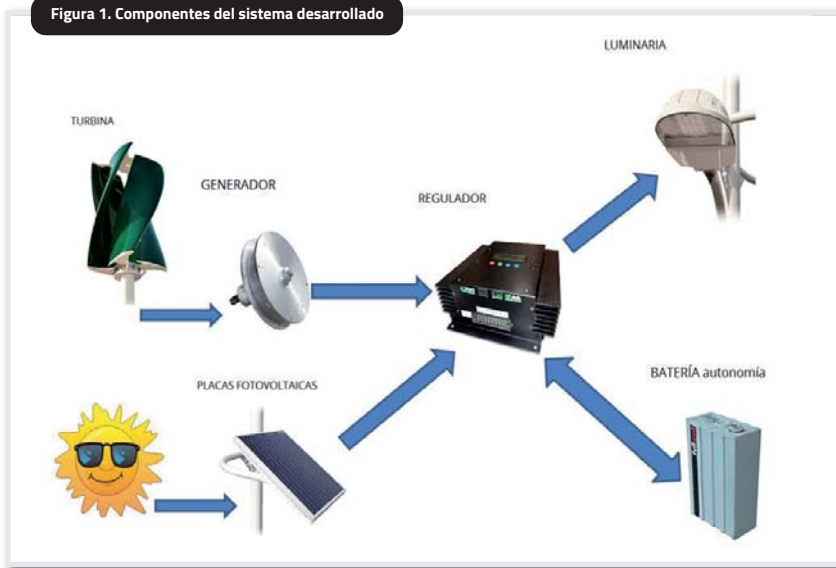
- Una turbina eólica de eje vertical y un generador eléctrico asociado a la misma.
- Un panel fotovoltaico.
- Un sistema de control/regulador
- Una batería
- Una Luminaria

El funcionamiento del sistema completo es relativamente simple: la ener-

gía generada por el panel fotovoltaico y por el generador asociado a la turbina, cuando hay viento suficiente (a partir de 1.5 m/s) es gestionado por el regulador de forma que cuando la luminaria está en funcionamiento la energía se utiliza para hacer funcionar la misma; el exceso de energía se almacena en la batería para ser usada en los casos en que no haya viento o sol suficiente para



Figura 1. Componentes del sistema desarrollado



generar la energía que precisa la luminaria. Con las luminarias instaladas se garantiza que la batería tiene energía suficiente para alimentar la misma durante un período de 6 días sin viento ni sol; algo prácticamente imposible en la realidad de nuestro país.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DESARROLLADO.

Las especificaciones técnicas del sistema desarrollado son las siguientes:

La turbina, de eje vertical, está formada por 4 palas (naca F104) realizadas con composites y recubierta de pintura al grafeno, que presenta la característica de impedir que se depositen materiales sobre la misma con lo que su limpieza en zonas marinas y contaminadas resulta mucho más sencilla. Arranca con vientos de 1.4 m/s, con un par mínimo de 0.2 Nm y tiene asociado un freno de seguridad que detiene la turbina para vientos de velocidad superior a 15m/s (54 km/h) En las figuras 2 y 3 puede verse una

Figura 2. Turbina



Figura 3. Estructura de la turbina

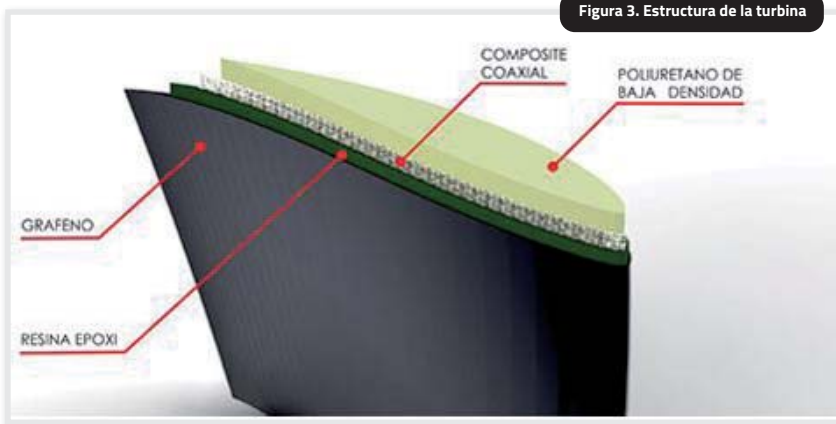


imagen de la turbina y de la estructura interna de la pala.

El generador es una máquina realizada con imanes permanentes y rotor exterior, que empieza a generar a partir de velocidades de viento correspondientes a 1.7 m/s, tiene una potencia de pico de 400 W y ha sido optimizado para obtener eficiencias energéticas elevadas para velocidades muy bajas, en contraposición con lo que se encuentra normalmente en el mercado en que las eficiencias elevadas son para velocidades medias y elevadas.

En las figuras 5 y 6 pueden observarse las potencias como función de la velocidad del viento y la eficiencia del generador en función de la misma variable. Obsérvese que se obtienen eficiencias superiores al 85% en prácticamente toda la gama de velocidades deseadas. En las figuras 7 y 8 se muestran las mismas variables para regímenes de vientos pequeños como los que suelen presentarse en muchas zonas urbanas. Obsérvese la magnitud de la potencia generada (entre 5 y 40 W, más que suficiente para alimentar una luminaria con tecnología LED)

La batería es de tecnología Li-Fe (como las usadas en los vehículos eléctricos) por su gran densidad de energía y bajo mantenimiento. Está tiene una corriente nominal de 100 Ah, cada elemento tiene un voltaje nominal de 3.5 V y una potencia máxima del conjunto de 2640 W. Con esta potencia se garantiza una autonomía de 6 noches sin aporte energético externo.

Las placas fotovoltaicas son de tecnología policristalina con una potencia de 100W por unidad. Inicialmente se han instalado dos unidades por luminaria.

El sistema de control se encarga de gestionar el flujo de energía de forma que la energía generada por cualquiera de los dos elementos se canalice hacia la luminaria y el exceso hacia la batería. En caso de regímenes de viento elevados se encarga de realizar un

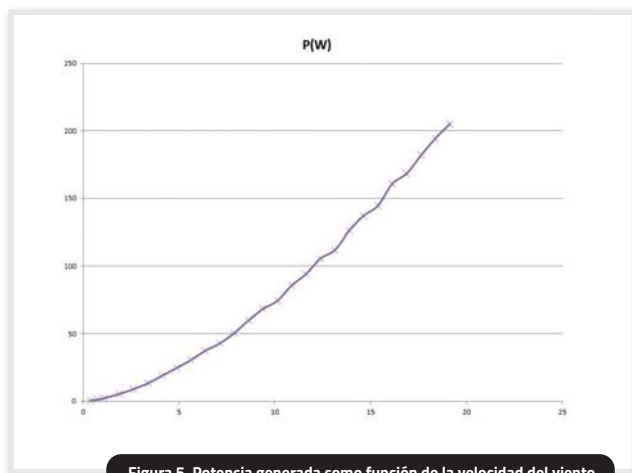


Figura 5. Potencia generada como función de la velocidad del viento

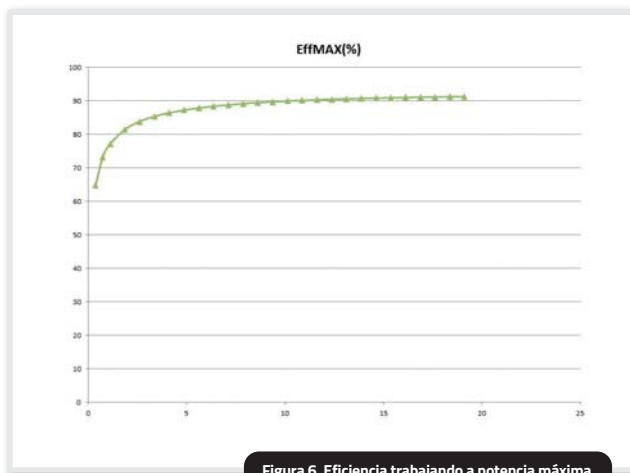


Figura 6. Eficiencia trabajando a potencia máxima como función de la velocidad del viento

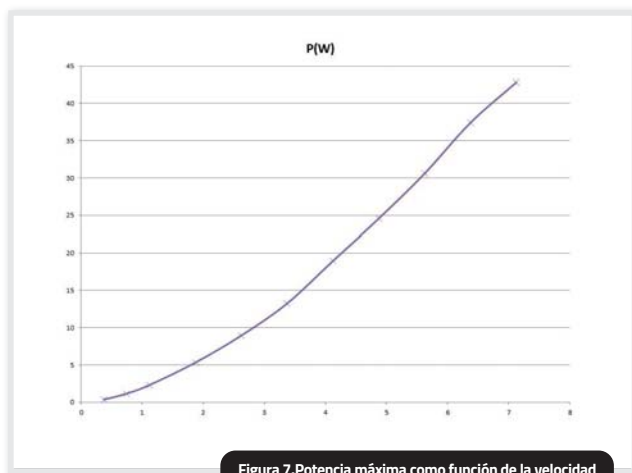


Figura 7. Potencia máxima como función de la velocidad para regímenes de viento pequeños

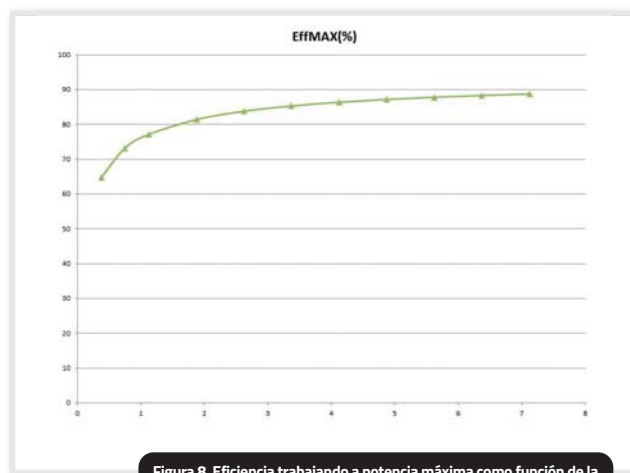


Figura 8. Eficiencia trabajando a potencia máxima como función de la velocidad del viento para regímenes de viento pequeños

Frenado eléctrico de la turbina con el fin de proteger su integridad física. Asimismo incorpora un punto de telecontrol de datos con lo que se transmiten los datos de generación, consumo e internos del sistema (tensiones, corrientes, vientos, etc.) al centro de control de las luminarias.

Finalmente la luminaria es de tecnología LED con una tensión nominal de 24 V y potencias de 31 y 45 W en función de la altura de la luminaria.

Asimismo, el sistema contempla la posibilidad de monitorizar a distancia el estado de las diversas luminarias. Se a creado una aplicación web (figura 9) donde puede visualizarse el estado de funcionamiento de la luminaria y el histórico de funcionamiento de la misma. En la figura 10 puede verse parte del listado correspondiente a

una luminaria instalada en un polígono industrial de Sant Boi de Llobregat (Barcelona)

En las figuras 11, 12 y 13 puede observarse gráficamente la evolución de la carga de la batería, la energía generada y consumida y el registro de regímenes de viento para un intervalo aproximado de una semana.

En las fotos de la luminaria instalada en el polígono industrial de Sant Boi de Llobregat, puede observarse que debido a la densidad de edificios circundantes, los regímenes de viento son muy poco constantes (obsérvese la figura 13) con lo que la energía aportada por el sistema eólico es pequeña, pero no despreciable.

En la figura 12 se muestra una turbina acabada de construir, preparada para ser instalada en una luminaria.

CONCLUSIONES Y MEJORAS DE FUTURO

Actualmente el sistema se encuentra totalmente desarrollado y comercializado. Ya existen encargos de diferentes ayuntamientos de diversos puntos del estado (Huelva, Barcelona, Girona, etc.) A la vista de los resultados obtenidos se han realizado las siguientes consideraciones:

- La energía disponible es suficiente para alimentar la luminaria, existiendo un exceso de la misma que puede ser usada para otras aplicaciones, como puede ser la instalación de cámaras de vigilancia, con transmisión de datos a un centro de control centralizado.
- Se está estudiando la posibilidad de desarrollar una versión más sencilla

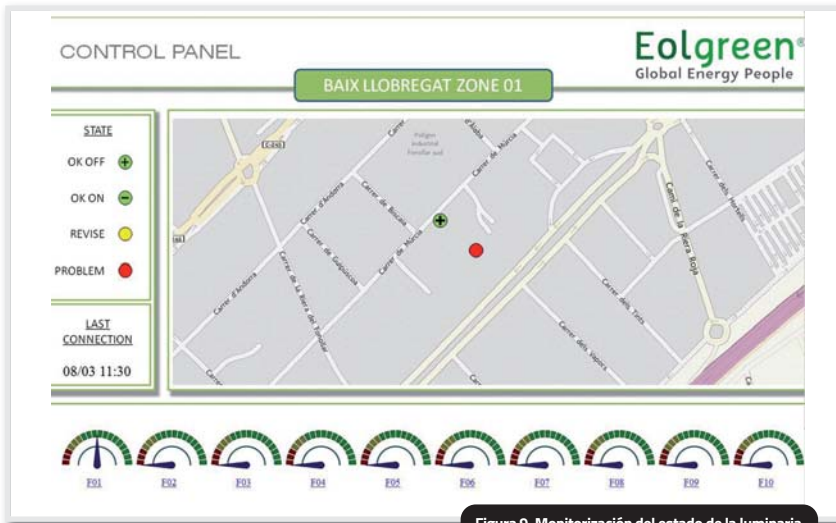


Figura 9. Monitorización del estado de la luminaria

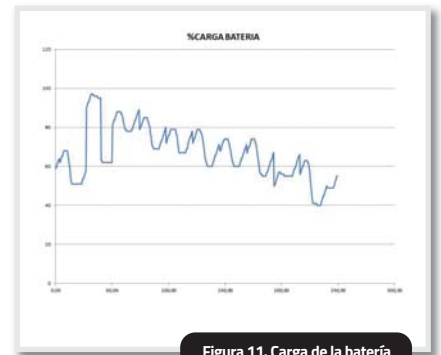


Figura 11. Carga de la batería

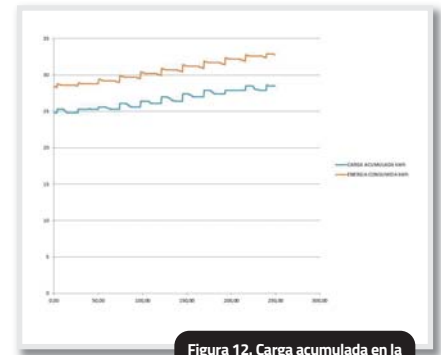


Figura 12. Carga acumulada en la batería y energía consumida

Eolgreen® Global Energy People		INFORME 24 HORAS	ZONA: 000001	UNIDAD: F01	FECHA: 08/03/2015	HORA: 11:30				
DTA	HORA	BATERIA CARGA	BATERIA Vo1	BATERIA Amp	SISTEMA Vo1	CARGA ACUMULADA KW/H	ENERGIA CONSUMIDA KW/H	RPM	M/S	ON/OFF
06/03/15	09:52	050	24,5	+00,6	03,3	00028,6	00032,9	003	02,0	OFF
06/03/15	09:22	049	24,4	+00,5	05,1	00028,6	00032,9	005	02,9	OFF
06/03/15	08:52	049	24,8	+01,4	04,7	00028,6	00032,9	005	02,8	OFF
06/03/15	08:22	049	24,6	+01,2	05,8	00028,5	00032,9	004	02,4	OFF
06/03/15	07:52	049	24,1	+00,5	12,8	00028,5	00032,9	009	03,0	OFF
06/03/15	07:22	049	23,8	+00,0	04,4	00028,5	00032,9	008	03,9	OFF
06/03/15	06:52	049	23,8	+00,0	06,9	00028,5	00032,9	006	03,4	ON
06/03/15	06:22	049	23,8	+00,0	03,8	00028,5	00032,9	003	03,1	ON
06/03/15	05:52	049	23,8	+00,0	06,0	00028,5	00032,9	007	04,0	ON
06/03/15	05:22	049	23,8	+00,0	08,5	00028,5	00032,9	007	03,6	ON
06/03/15	04:52	049	23,8	+00,0	05,4	00028,5	00032,9	004	02,6	ON
06/03/15	04:22	049	23,8	+00,0	05,5	00028,5	00032,9	004	02,7	ON
06/03/15	03:52	049	23,4	-01,7	02,1	00028,5	00032,9	001	01,2	ON
06/03/15	03:22	050	23,4	-01,7	03,0	00028,5	00032,9	001	02,0	ON
06/03/15	02:52	051	23,5	-01,7	01,6	00028,5	00032,9	000	00,8	ON
06/03/15	02:22	052	23,6	-01,7	01,6	00028,5	00032,9	000	00,9	ON
06/03/15	01:52	053	23,6	-01,7	01,6	00028,5	00032,8	000	01,5	ON
06/03/15	01:22	054	23,6	-01,7	01,6	00028,5	00032,8	000	01,6	ON
06/03/15	00:52	055	23,7	-01,7	01,6	00028,5	00032,8	000	00,9	ON
06/03/15	00:22	055	23,7	-01,7	01,6	00028,5	00032,8	000	01,7	ON
05/03/15	23:52	056	23,8	-01,7	04,3	00028,5	00032,8	003	01,7	ON
05/03/15	23:22	057	23,8	-01,7	05,4	00028,5	00032,7	003	02,7	ON
05/03/15	22:52	058	23,9	-01,7	06,8	00028,5	00032,7	005	03,2	ON
05/03/15	22:22	059	23,9	-01,7	06,0	00028,5	00032,7	004	02,4	ON
05/03/15	21:52	060	23,9	-01,7	01,6	00028,5	00032,7	000	01,4	ON
05/03/15	21:22	060	24,0	-01,7	01,6	00028,5	00032,7	000	00,0	ON
05/03/15	20:52	061	24,0	-01,7	01,6	00028,5	00032,6	000	00,7	ON
05/03/15	20:22	062	24,1	-01,7	01,6	00028,5	00032,6	000	00,7	ON

Figura 10. Histórico de funcionamiento para la luminaria instalada

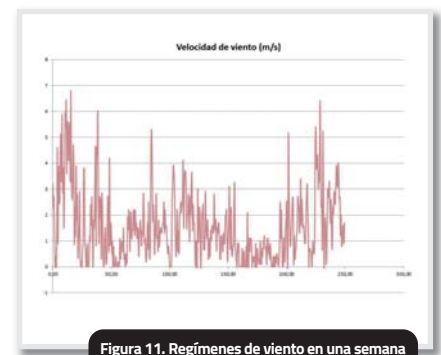


Figura 11. Regímenes de viento en una semana

Figura 12. Turbina acabada de construir



con un generador más pequeño (potencia nominal de alrededor de 100 W, con regímenes de viento menores aún) y una sola placa fotovoltaica.

- La diferencia de coste comparada con una luminaria clásica se amortiza en un tiempo más que razonable (2....3 años) con lo que el ahorro de energía si se considera la vida útil de la luminaria es apreciable ya que al coste de energía no consumida hay que añadirle el coste de la realización de la distribución de energía eléctrica que no debe realizarse en este caso.