

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/267333511>

SISTEMA HÍBRIDO PROPUESTO PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL POLICLÍNICO DE PERICO

CONFERENCE PAPER · JANUARY 2006

DOWNLOADS

74

VIEWS

40

1 AUTHOR:



[Roberto Vizcón Toledo](#)

University of Matanzas, Cuba

21 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



ISSN 1029-3450



Sistema híbrido propuesto para la generación de electricidad en el policlínico de Perico

Proposed hybrid system for electricity generation in the polyclinic of Perico

Luis Miró Hernández.

Profesor del MINED en Perico

Cuba

Roberto Vizcón Toledo.

Profesor titular

Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”

Cuba

RESUMEN.

En este trabajo se realizó una propuesta de sistema híbrido, fotovoltaico-diesel, para la generación de energía eléctrica. Para ello se hizo una minuciosa búsqueda bibliográfica donde se analizó la situación actual de la utilización de las energías renovables en el mundo y en Cuba, así como los software más utilizados actualmente en el tratamiento de estos sistemas. Posteriormente se ejecutó la simulación y optimización de un sistema híbrido mediante la aplicación del software HOMER, para determinar la mejor variante de suministro de electricidad a un policlínico.



ISSN 1029-3450



Palabras claves: Energía, energías renovables, sistemas híbridos, plantas de fuerza.

ABSTRACT.

In this work it was carried out a proposal of hybrid, photovoltaic-diesel system, for the electric power generation. For it was made it a meticulous bibliographical search where the current situation of the use of the renewable energy was analyzed in the world and in Cuba, as well as the software more used at the moment in the treatment of these systems. Later on it was executed the simulation and optimization of a hybrid system by means of the application of the software HOMER, to determine the best variant of electricity supply to a medical center.

Key words. Energy, renewable energy, hybrid system, power stations.

INTRODUCCIÓN:

En Cuba se está produciendo un cambio muy positivo en la cultura energética (7, 8 y 9), donde tiene un lugar importante las tecnologías energéticas de máximo potencial y el desarrollo de sistemas a partir de fuentes de energía renovable (FER). El Centro de Estudios de Combustión y Energía(CECYEN) de la Universidad de Matanzas tiene entre sus objetivos capacitar y extender esta nueva cultura y el trabajo se inscribe en el logro de este objetivo, pues realiza el estudio de alternativas de instalar sistemas híbridos de producción de electricidad con bajo costo ambiental.



ISSN 1029-3450



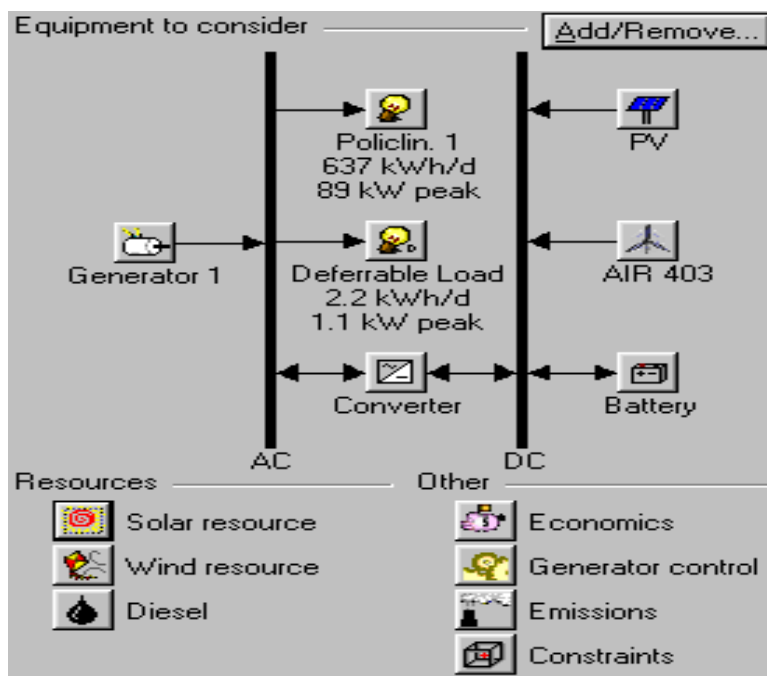
DESARROLLO:

El estudio de las metodologías existentes (8 y 11) para el diseño de sistemas híbridos de producción de energía eléctrica se llevó a cabo dando como resultado la utilización de un software que aún no se había explotado con todas sus posibilidades en Cuba. Se partió de datos meteorológicos captados por el instituto de meteorología de Matanzas y se procesaron siguiendo las enseñanzas recibidas en el Pénsum o Currículum de la Maestría.

Se pone de manifiesto en el trabajo que son impostergables nuevas regulaciones o legislación medioambiental en Cuba que propicie bonificar el uso de las FER y con ello acortar los períodos de recuperación de la inversión.

- Resultados con el simulador HOMER:

El sistema híbrido objeto de estudio cuenta con: aerogeneradores, paneles fotovoltaicos, grupo electrógeno, baterías acumuladoras y otros (1, 2, 3, 4, 5 y 6). Se integra según el esquema y las partes siguientes:





ISSN 1029-3450



HOMER analiza un total de 24000 simulaciones es decir en dependencia de las entradas del equipamiento y de las fuentes el decide que habrán seis combinaciones posibles, luego estas combinaciones se conjugan para lograr un arreglo de 2000 simulacros los cuales se ejecutan a su vez con las 12 variables de sensibilidad que se definen, para analizar la influencia del aumento en el precio del combustible, así como una posible disminución en el costo de los paneles solares, ya que son dos razones de peso en los momentos actuales y futuros. Ver figura 1.

Sensitivity Results Optimization Results

Sensitivity variables

Diesel Price (\$/L) 0.32 PV Capital Multiplier 1

Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall [Export](#)

	PV (kW)	A403	Gen1 (kW)	Batt.	Conv. (kW)	Initial Capital	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Capacity Shortage	Diesel (L)	Gen1 (hrs)
	60		5	65	50	\$ 160,225	\$ 192,048	0.124	0.91	0.93	1,000	1,753
	60	1	5	65	50	\$ 161,345	\$ 194,329	0.125	0.91	0.93	1,000	1,755
	70		5		50	\$ 179,050	\$ 197,609	0.124	0.93	0.92	955	1,913
	70	1	5		50	\$ 180,170	\$ 199,880	0.125	0.93	0.92	954	1,912
	70			65	60	\$ 184,585	\$ 210,228	0.136	1.00	0.93		
	70	1		65	50	\$ 185,145	\$ 211,028	0.137	1.00	0.93		
	80				50	\$ 202,850	\$ 214,475	0.137	1.00	0.93		
	80	1			50	\$ 203,970	\$ 216,754	0.138	1.00	0.93		

Figura 1 Optimización de resultados



ISSN 1029-3450



Como se puede apreciar en la tabla de resultados se ofrecen las ocho categorías que analiza:

1. Panel fotovoltaico (60 KW), grupo electrógeno (5 KW), baterías (65) y convertidor (50 KW).
2. Panel fotovoltaico (60 KW), aerogenerador (1), grupo electrógeno (5KW), baterías (65) y convertidor (50 KW).
3. Panel fotovoltaico (70 KW), grupo electrógeno(5 KW) y convertidor (50 KW).
4. Panel fotovoltaico (70 KW), aerogenerador (1), grupo electrógeno (5 KW) y convertidor (50 KW).
5. Panel fotovoltaico (70 KW) , baterías (65) y convertidor (50 KW).
6. Panel fotovoltaico (70 KW), aerogenerador (1), baterías (65) y convertidor (50 KW).
7. Panel fotovoltaico (80 KW) y convertidor (50 KW).
8. Panel fotovoltaico (80 KW), aerogenerador (1) y convertidor (50 KW).

Este mismo orden decide HOMER como mejores variantes en función de parámetros económicos tales como el costo de la energía eléctrica producida (\$/KWh.) y el costo presente neto, este último es el valor que relaciona todos los costos anuales que se incurren en la operación del sistema divididos por el factor de recuperación del capital, que es función de la tasa de interés bancaria y el tiempo de vida del proyecto. Es decir que las decisiones que toma HOMER para definir una variante por encima de otras no son otra cosa que análisis



ISSN 1029-3450



económicos del sistema desde el diseño hasta el último día de explotación del mismo.

Analizando ahora cada una de ellas:

⇒ Primera: el costo de la energía eléctrica 0.124 \$/KWh, un costo presente neto 192048 \$, y un capital inicial de 160225 \$.

⇒ Segunda: la turbina sólo incrementa los costos ya que al no existir las velocidades de viento necesarias, la producción de esta es solamente 405 KWh al año que representa el 0% de la producción total del sistema (95463 KWh), esto provoca un ligero incremento del costo de la energía eléctrica, también del costo presente neto y del costo de inversión.

En ambas variantes el consumo de diesel del generador es bajo 1000 l/año, que significa aproximadamente 2.83 L/d, y un tiempo de trabajo de 1753 h/año que constituye el 20 % de las 8760 horas que tiene un año.

⇒ Tercera: posee mayor costo de la energía eléctrica y a su vez mayor costo presente neto, ya que aumenta el número de paneles y aunque consume un poco menos de combustible diesel el generador tiene mayor tiempo de trabajo, además el hecho de no poseer baterías la hace un poco insegura.

⇒ Cuarta: similar a la anterior pero incluye una turbina eólica la cual encarece el proyecto sin lograr los beneficios esperados por las razones ya explicadas.

⇒ Quinta: toda la carga es a expensas de los paneles, por eso se aumentan a 70 KW y requiere un convertidor más grande y por tanto mayores



ISSN 1029-3450



costos además el hecho de no poseer un grupo electrógeno la convierte en un poco insegura.

⇒ Sexta: variante muy similar a la anterior pero se le incorpora una turbina eólica, esto provoca aumento del costo presente neto, del costo de la energía eléctrica.

⇒ Las dos últimas son variantes caras y de poca confiabilidad por las mismas razones analizadas en los casos anteriores.

De este análisis se puede definir, que la mejor de todas las variantes (óptima), es la que menor costo presente neto posee, menor costo de la electricidad, más segura operacionalmente, por dos razones: el banco de baterías y el generador diesel es la primera y precisamente es la que HOMER selecciona como suprema compuesta por 60 kW de paneles fotovoltaicos, un grupo electrógeno de 5 kW, un banco con 65 baterías y un convertidor de 50 kW.

- Factibilidad económica:

Si se hace una comparación entre el sistema híbrido de producción de electricidad propuesta por HOMER para responsabilizarse con la carga del policlínico y la variante que utiliza "solo diesel", a partir de los dos criterios económicos anteriormente analizados: el costo de producción de la energía eléctrica (\$/kWh) y el costo presente neto (costos anuales de mantenimiento, combustibles, reposición de equipos y tiempo de recuperación del capital). Para este análisis se usará la tabla 1 en la cual se brindan estos valores para cada variante.



ISSN 1029-3450



Tabla 1: Datos económicos

	\$/KWh	CPN
Sistema híbrido	0.124	192048
Solo diesel	0.203	591856

Como se ve la mejor variante desde el punto vista económico la constituye el sistema híbrido para la producción de electricidad con la cual se puede ahorrar sólo por el costo de producir la energía 18367 \$/año. Atendiendo a esto y utilizando el análisis económico de HOMER, se puede calcular el período de tiempo en que se recupera la inversión de esta propuesta.

$$Tri = \frac{Cin + Can \cdot Vd}{Ah}$$

(1)

Donde: Tri → Tiempo de recuperación de la inversión.

Cin → Costo de la inversión, en años.

Can → Costo anual del proyecto (\$).

Vd → Tiempo de vida del proyecto (años).

Ah → Ahorro por disminución del costo del kWh (\$/año).



ISSN 1029-3450



Del análisis de esa ecuación se tiene que el sistema híbrido con los costos actuales, sobre todo de los paneles solares que representa el 89 % del costo de inversión, se recupera a los 23 años de explotación.

CONCLUSIONES:

Luego de haber realizado un examen de las condiciones medioambientales y un detallado análisis de resultados de las simulaciones de sistemas híbridos de generación de energía eléctrica, utilizando las herramientas que posee el software HOMER, se arriba a las siguientes conclusiones:

1. En el lugar donde está enclavado el policlínico existen las condiciones de radiación solar adecuadas para utilizar esta fuente renovable de energía en la producción de electricidad y la velocidad del viento en la zona no es adecuada para un aprovechamiento eficiente de las turbinas eólicas.
2. La utilización de un sistema híbrido de producción de energía eléctrica formado por paneles fotovoltaicos (60 KW), un grupo electrógeno (5 KW), baterías (65) y un convertidor (50 KW), se responsabiliza con la carga eléctrica del policlínico en cuestión con valores de costo del KWh comparables con las tarifas de precios existentes en el país e inferiores a los costos provocados por un sistema sólo diesel.
3. A pesar que el sistema híbridos, actualmente poseen un largo período de recuperación de la inversión, motivado en lo fundamental por los costos de los paneles solares, son sistemas que logran un elevado



ISSN 1029-3450



respeto por la preservación del medio ambiente, provocando niveles mínimos de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA:

1. ACSA: Aerogeneradores Canarios S.A. Aplicación de las miniturbinas eólicas [online]. Disponible en Internet: http://www.acsaeolica.com/es/productos_miniturbinas.htm.
2. ACSA LMW: *Miniturbinas eólicas* [online]. España, mayo 2003. Disponible en Internet en: http://www.acsaeolica.com/es/pdf_miniturbinas.pdf.
3. Anónimo: *Aerogeneradores* [online]. 9 de abril 2004. Disponible en Internet en: [http://www.ciencia.net/VerArticulo?idTitulo=Energia eólica](http://www.ciencia.net/VerArticulo?idTitulo=Energia_eolica)
4. Anónimo: *Batería de plomo*. Acumulador de plomo [online]. Disponible en Internet en: <http://fai.unne.edu.ar/webquimica2/batplomo.htm>
5. Anónimo: *Baterías* [online]. 2005. Disponible en Internet en: <http://www.automodelismo.com/nicd.htm>
6. Alcor Cabrerizo, Enrique. "Instalaciones de energía solar fotovoltaica". Edit. PROGNSA, 1985.
7. Ávila Prats, Deivis. Tesis presentada en opción al grado académico de Master en Termoenergética Industrial. "Análisis preliminar de factibilidad técnico-económico para la construcción de un parque eólico en la provincia de Matanzas". Tutor Dr. Ing. Conrado Moreno Figueroa. Msc. Ing. Juan I Véliz Alonso, Universidad de Matanzas, 2003.



ISSN 1029-3450



8. Menéndez, Mercedes. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. “Diseño de sistemas híbridos eólico-fotovoltaico par la generación de electricidad en instalaciones auto sustentables de pequeña capacidad en Cuba”. Tutor Dr. Ing. Antonio Sarmiento Sera, ISPJAE, 2001.
9. Leiva, Guillermo, Art. “Sistema híbrido-fotovoltaico”. Revista Energía y tú. Cuba Solar, Cuba. No. 18 (Enero-Marzo), Pág. 11-14, 2002.
10. CD del III Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica CIDIM '97. ISPJAE, 23 al 26 de septiembre de 1997, La Habana, Cuba. Diseño y Edición © *infoMASTER*®.
11. Wolfgang, Krug. “Prácticas Introductorias a las Energías Renovables” CD-ROOM. Edición alemana, Enero de 1997, Hermann Josef Buchkremer, Rector FH Aachen. Edición española, Octubre 2001.

Fecha de recepción: 16/04/2006

Fecha de aprobado: 07/05/2006