

DIF U₁₀₀ci@

Revista de Difusión Científica

Vol. 5, No.3, enero-abril 2012

ISSN 2007-3585

Investigación

Diseño y construcción de un aerogenerador de eje horizontal de 1 kW

Manuel Reta et al.

Investigación

Optimización inteligente de cartera de proyectos sociales para minorías en Chihuahua utilizando cómputo evolutivo

Alberto Ochoa-Zezzatti et al

Por la divulgación de la ciencia y la tecnología

ISSN 2007-3585



PRODUCCIÓN
Universidad Autónoma de Zacatecas

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Gerardo Miramontes de León

D.R. de la Presente Edición

Gerardo Miramontes de León
Universidad Autónoma de Zacatecas
López Velarde 801, Centro
98000 Zacatecas, Zac. México

ISSN 2007-3585

DIFU100ci@ (léase difuciencia) Vol. 5, No.3, enero-abril 2012, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas", Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. C.P. 98000. www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm. correo-e:gmiram@ieee.org. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102. Responsable de la última actualización Gerardo Miramontes de León, López Velarde 801, Zona Centro, Zacatecas, Zac. C.P. 98000. Fecha de última modificación 30 de mayo de 2012.

HECHO EN MÉXICO
MADE IN MEXICO

DIRECTORIO

M. en C. Francisco Javier Domínguez Garay Rector
I. Q. Armando Silva Cháirez Secretario General
M. en C. Jesús Octavio Enriquez Rivera Secretario Académico
M. en A Emilio Morales Vera Secretario Administrativo
Dra. Isabel Terán Elizondo Coord. Investigación y Posgrado
Dr. Luis Alejandro Aguilera Galaviz Coord. de Investigación
Dr. Diego Miramontes de León Coord. de Posgrado

CONSEJO EDITORIAL

Leonardo Acho Zuppa, U Politècnica de Catalunya, España
Miguel Andrés, U. de Valencia, España
Pedro Andrés, U. de Valencia, España
Luis Tupak Aguilar, CITEDIPN, México
David H. Covarrubias Rosales, CICESE, México
Ernesto García Domínguez, U. Autónoma de Zacatecas
Mireya Sara García Vázquez CITEDIPN, México
Luis García Santander U. de Concepción, Chile
Geminiano D. Martínez Ponce, CIO, México
Oscar Montiel Ross, CITEDIPN, México
Arturo Moreno Báez, U. Autónoma de Zacatecas
Claudia Sifuentes Gallardo, U. Autónoma de Zacatecas
Carmen Maya Sánchez, CICESE
Ricardo Chávez Pérez, CICESE
Roberto Conte Galván, CICESE
Juan Iván Nieto Hipólito, FIAD-UABC, Ensenada
José Antonio Michel Macarty, FIAD-UABC, Ensenada

Contenido

Vol. 5, No. 3, enero-abril 2012

EDITORIAL

Encuentros para la difusión 50

En el número anterior comentamos acerca de la importante tarea de difundir los resultados de los trabajos de investigación, refiriéndonos principalmente a la publicación de resultados. En esta ocasión comentamos la otra vía de difusión, es decir la realización de congresos, reuniones o encuentros. Ésta también es una tarea importante que tiene sus ventajas y ofrece más alternativas para la colaboración entre investigadores. Los trabajos de dicho encuentro están publicados por la prestigiada editorial Elsevier. Los resultados de dicho evento fueron muy satisfactorios, agregando el placer de reencontrarnos con muchos amigos.

Diseño y construcción de aerogenerador de eje horizontal de 1 kW 51

por Manuel Reta et al. pp. 51 – 59

Se presenta el diseño y construcción del prototipo de un aerogenerador trifásico para propósitos de carga de baterías, usando una aeroturbina de eje horizontal, y un generador eléctrico de flujo axial con imanes permanentes (NdFeB). El prototipo se diseñó para una potencia nominal de 1 kW a 67 VAC por fase, girando a 458 rpm cuando la velocidad de viento es de 12 m/s. El generador se probó bajo diferentes velocidades de rotación y diferentes cargas eléctricas para conocer su desempeño. El aerosistema fue capaz de proveer, en promedio, 1.5 kW/día durante varios días de prueba.

INVESTIGACIÓN

Optimización inteligente de cartera de proyectos sociales para minorías en Chihuahua utilizando cómputo evolutivo 60

por Alberto Ochoa-Zezzatti et al. pp. 60 – 65

Un tema central y polémico con mucha frecuencia en el análisis de políticas públicas es la asignación de fondos para proyectos de grupos minoritarios. Los recursos públicos para el financiamiento de proyectos sociales de este tipo son particularmente muy escasos. Muy a menudo la relación entre el presupuesto solicitado y el que puede ser recibido es abrumadora, ya que es muy poco probable que lo más necesario sea lo que puede ser concedido. Además, los criterios estratégicos (políticos e ideológicos) impregnan la toma de decisiones sobre dichas asignaciones. Para satisfacer estos criterios normativos, que subyacen en cualquiera de las políticas públicas predominantes o la ideología del gobierno, es evidente que debe ser conveniente que tanto para dar prioridad a los proyectos y al desarrollo de carteras de proyectos, éstas deben de ser acordes con principios racionales (por ejemplo, la maximización de los beneficios sociales). Por lo que utilizando Cómputo Bioinspirado (en este caso Firefly Algorithm) se pueden caracterizar como sigue: *Pueden ser, rentables, pero sus beneficios son indirectos, tal vez sólo a largo plazo puede ser visible y difícil de cuantificar. *Aparte de su potencial contribución económica para el bienestar social, no son beneficios intangibles, los que deben ser considerados. *Equidad, en relación con la magnitud del impacto de los proyectos, las condiciones sociales de las personas deben ser consideradas. Se desarrolló una aproximación al problema utilizando optimización inteligente para las cuatro minorías de Chihuahua: Rarámuris, Mennonitas, Mormones e Inmigrantes de la Federación.

Encuentros para la difusión

LOS encuentros académicos, sean denominados congresos o reuniones, son también una manera de atender la tarea de la difusión de los resultados de los trabajos de investigación. Recientemente (28-30 de marzo) celebramos el Encuentro Internacional de Investigación en Ingeniería Eléctrica (ENIINVIE-2012), el cual se llevó a cabo en la Ciudad de Ensenada, B. C. El evento estuvo organizado por profesores-investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California (UAC), Campus Ensenada, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Universidad Autónoma de Zacatecas. Los trabajos están publicados por Elsevier en : <http://www.sciencedirect.com/science/journal/18777058/35>. Tuvi- mos la participación de 26 instituciones y se logró una vez más la interacción con otros investigadores. Al estar de regreso desde Ensenada, no se puede dejar de lado el mencionar un cierto grado de satisfacción al reencontrar a tantos amigos, no sólo por cumplir con los objetivos del encuentro, sino por el placer y la verdadera posibilidad de establecer lazos de colaboración con otros colegas y amigos. De dicho encuentro, se logra ahora la adición al Comité Editorial de esta revista de los colegas tanto de la UABC como del CICESE. Así pues DIFU100ci@, nuestro otro medio de difusión e interacción se ve beneficiada del ENIINVIE.

En este número se presenta un trabajo relacionado a la importante área de la generación de electricidad por energía eólica. El trabajo es en sí importante, ilustrativo y muy alentador, ya que el prototipo se desarrolló en todas sus partes, animando así su posterior fabricación. En un segundo trabajo, se presenta la aplicación de la computación en problemas de optimización en la asignación de fondos para beneficio social, considerando un algoritmo inspirado en seres vivos (computación bioinspirada).

Esperamos que ambos trabajos sean de mucho interés.

© abril 2012 G. Miramontes

correo-e: gmiram2002@yahoo.com

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación.

EDITOR EN JEFE

Gerardo Miramontes de León
U. Autónoma de Zacatecas

CONSEJO EDITORIAL

FUNDADOR

[Leonardo Acho Zuppa](#)

U Politècnica de Catalunya
España

[Miguel Andrés](#)

U. de Valencia, España

[Pedro Andrés](#)

U. de Valencia, España

[Luis Tupak Aguilar](#)

CITEDI-IPN, México

[David H. Covarrubias Rosales](#)

CICESE, México

[Ernesto García Domínguez](#)

U. Autónoma de Zacatecas

[Mireya Sara García Vázquez](#)

CITEDI-IPN, México

[Luis García Santander](#)

U. de Concepción, Chile

[Geminiano D. Martínez Ponce](#)

CIO, México

[Oscar Montiel](#)

CITEDI-IPN, México

[Claudia Sifuentes Gallardo](#)

U. Autónoma de Zacatecas

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Se permite la reproducción total o parcial de los contenidos siempre y cuando se cite la fuente, y en los términos de la Ley Federal de Derechos de Autor y, en su caso, de los tratados internacionales aplicables.

Diseño y construcción de aerogenerador de eje horizontal de 1 kW

Manuel Reta Hernández, Jorge de la Torre y Ramos, José Luis Núñez Contreras, Guillermo Romo Guzmán, Jesús Rivas Martínez, Francisco Bañuelos Ruedas

Design and construction of a 1 kW horizontal-axis wind generator

Recibido: enero 12, 2012
Aceptado: febrero 23, 2012

Palabras clave: Microgeneración eólica; turbinas eólicas de eje horizontal; micro generadores de imanes permanentes

Abstract:

It is presented the design and construction of a three-phase wind generator prototype, for battery charging purposes, using a horizontal-axis wind turbine, and an axial-flux electric generator with permanent magnets (NdFeB). The prototype was designed with 1 kW nominal power at 67 Vac per phase, running at 458 rpm when the wind speed is 12 m/s. The generator was tested under different rotational speeds and electric loads to know its performance. The wind system was able to supply, in average, 1.5 kWh/day during several testing days.

Keywords: Micro wind generation; horizontal-axis wind turbines; permanent-magnet micro generators

DURANTE las últimas décadas, el interés en el desarrollo de sistemas de aerogeneración a gran escala se ha incrementado notablemente en todo el mundo. De acuerdo a World Wide Energy Association [1], la capacidad eólica global instalada, se incrementó de 196.68 GW en 2010 a 240.5 GW a mediados de 2011. China, el país con mayor capacidad eólica instalada, logró en 2011, una capacidad instalada de 52.8 GW en aerogeneración. Dicha cifra se compara con la capacidad eléctrica instalada de México, incluyendo la totalidad de plantas eléctricas a base de energías renovables y no renovables.

El desarrollo de los grandes sistemas eólicos se ha enfocado sobretodo en las turbinas de eje horizontal con tres aspas

El costo de producción de energía eléctrica en los grandes sistemas eólicos (mayores a 1 MW) conectados a la red eléctrica se ha reducido en los últimos años, y ha permitido ser competitivo con el costo de producción de algunas plantas termoeléctricas, gracias al desarrollo de mejores materiales y a la implementación de generadores eléctricos de imanes permanentes de baja velocidad con acoplamiento directo a la turbina.

El desarrollo de los grandes sistemas eólicos se ha enfocado

sobretudo en las turbinas de eje horizontal con tres aspas, que operan desde los 5 m/s de velocidad de viento, debido a la mayor eficiencia mostrada, en comparación a los modelos de dos y un aspa, o a las turbinas de eje vertical.

En los sistemas eólicos de pequeña escala (de 10 kW a 100 kW) y de micro escala (hasta 10 kW), el costo de producción por kWh es más alto que el costo de producción en plantas eléctricas convencionales, y su aplicación solamente podría justificarse para lugares aislados de la red eléctrica, o para complementar autoabastecimiento del sitio. Sin embargo, dado que la mayoría de los microsistemas pueden operar con velocidades de viento desde 2 m/s, esto permite aprovechar un rango de velocidades de viento de entre 2 m/s y 5 m/s que no es aprovechado por los grandes sistemas. Esta característica de los micro sistemas permite su instalación en sitios con un potencial eólico mucho menor que el requerido por los grandes sistemas eólicos.

POTENCIAL EÓLICO

El viento es la corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera, provocadas por variaciones de temperatura debidas, a su vez, por las diferencias de calentamiento por radiación solar en distintos puntos de la superficie del planeta.

Existe una serie de variables que afectan las características de viento en un sitio determinado y que determinan el potencial eólico del lugar: características climáticas (altitud, presión atmosférica, temperatura), estructura topográfica, altura sobre el nivel del suelo. El estudio y correlación de estas variables es importante para el correcto dimensionamiento del potencial eólico del sitio. La potencia instantánea P_v entregada por el viento, en watts, a un sistema eólico está determinada por la Ec. (1).

$$P_v = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (1)$$

donde:

ρ = densidad del aire, en kg/m³

A = área de barrido de la turbina que recibe al viento, en m²

v = velocidad del viento, en m/s.

La potencia eléctrica P_e , en watts, que puede obtenerse de un sistema eólico, está determinada por la Ec. (2).

$$P_e = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p \eta \quad (2)$$

donde:

C_p = coeficiente de potencia (eficiencia) de la turbina.

η = eficiencia del resto de componentes del sistema.

De entre las fuentes renovables, la energía eólica es una de las fuentes más rentables, exceptuando a la energía cinética del agua de las plantas hidroeléctricas. Los costos de instalación varían desde \$850 hasta \$1700 US dls/kW dependiendo de si se contempla sólo a los aerogeneradores o si se incluye al sistema eléctrico completo conectado a la red eléctrica. Actualmente, el costo de la aerogeneración es de \$49 US dls/MWh [2].

En México, el potencial eólico ha sido estimado por diferentes organismos [3]-[5], en un potencial superior a los 40 GW. Las regiones con mayor potencial son el Istmo de Tehuantepec, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y varias regiones de Tamaulipas, Zacatecas e Hidalgo. El potencial eólico en el Istmo de Tehuantepec es uno de los mejores a nivel mundial, registrando algunas zonas velocidades medias de viento anual superiores a 8.5 m/s a 50 m de altura, con un potencial estimado de 6.25 GW, y otras regiones con velocidades medias entre 7.7 y 8.5 m/s, con un potencial estimado de 8.8 GW.

En México, el potencial eólico ha sido estimado en un potencial superior a los 40 GW.

En Baja California, las mejores zonas están en las sierras de La Rumorosa y San Pedro Mártir (274 MW estimados). En Yucatán y en la Riviera Maya se estima un potencial de 509 MW.

En Zacatecas, en un estudio realizado [6] con análisis de datos meteorológicos del 2006 al 2009 de varias estaciones agronómicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) distribuidas en el Estado, ha permitido elaborar un mapa eólico preliminar (Fig. 1) que indica algunos puntos interesantes de densidad de potencia eólica, en W/m² a 50 m sobre el nivel de piso.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL AEROGENERADOR

El micro generador eólico presentado en este trabajo se diseñó para operar con turbina de eje horizontal de 3 aspas, utilizando un generador de CA, trifásico, de flujo axial, de imanes permanentes de Neodimio-Fierro-Boro (Ne-FeB), con capacidad nominal de 1 kW, 67 V por fase, y 458 rpm, obtenidos a una velocidad de viento es de 12 m/s. La turbina se diseñó con timón para un control mecánico de direccionamiento y frenado.

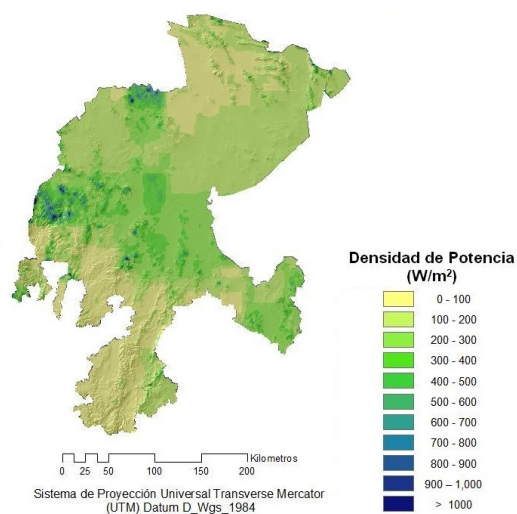


Figura 1. Densidad de potencia eólica (W/m²) en el Estado de Zacatecas, a 50 msnp, evaluada con datos de 2006 al 2009 [6].

Turbina

La turbina eólica (aspas) es una parte fundamental del aerogenerador y debe considerarse su capacidad aerodinámica y la resistencia mecánica del material. Para desarrollar potencia mecánica requiere de fuerza y velocidad; las turbinas para bombeo requieren alto torque y baja velocidad, y las turbinas de aerogeneración requieren mayor velocidad y menor par. La potencia producida es obtenida por el producto del torque y velocidad.

En el caso de las turbinas de eje horizontal, el movimiento rotatorio, perpendicular a la dirección del viento, se produce cuando la fuerza de sustentación del viento es mayor a su fuerza de arrastre. Para ello, las aspas requieren de una

forma aerodinámica que reciba al viento de modo que se minimice la relación del coeficiente de arrastre C_D y el coeficiente de sustentación C_L . El ángulo de ataque es el ángulo entre la línea de la cuerda (ancho del aspa) y la dirección del viento que ve esa sección del aspa (Fig. 2). El coeficiente de sustentación se incrementa si el ángulo de ataque crece hasta un punto límite donde la fuerza de arrastre es mayor y la fuerza de sustentación se minimiza. Experimentalmente se ha encontrado que el valor de ángulo de ataque óptimo es entre 4 y 5 grados.

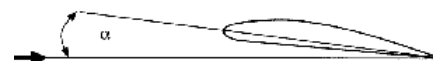


Figura 2. Ángulo de ataque de una sección transversal de aspa, definido como el ángulo entre la línea del ancho del aspa y la línea de dirección relativa del viento que recibe.

Para el diseño de aspas existe una gran cantidad de datos obtenidos por the National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) [7], obtenidos experimentalmente en túneles de viento, en donde se muestran las curvas de comportamiento de C_L y C_D para una variedad de formas de secciones transversales (perfiles). Un perfil común en aspas para aerogeneradores pequeños es NACA 4412.

Existen otros dos ángulos importantes para el diseño del aspa. El ángulo β es el ángulo entre la línea de cuerda de la sección del aspa y el plano de giro de la turbina. El ángulo ϕ es la suma del ángulo α y ángulo β .

El ángulo ϕ para cierta sección de aspa depende del valor de la velocidad específica λ , de acuerdo con la Ec. (3).

$$\phi_{sec} = \frac{2}{3} \tan^{-1} \left(\frac{1}{\lambda_{sec}} \right) \quad (3)$$

donde:

λ_{sec} = velocidad específica de la sección del aspa (relación de la velocidad angular de la sección del aspa y la velocidad del viento que impacta sobre la turbina).

Como la velocidad específica λ_{sec} es distinta en cada sección a lo largo del aspa, esto significa que el ángulo ϕ_{sec} de cada sección a lo largo del aspa también será distinta, entendiéndose que el ángulo de ataque λ se debe mantener constante a lo largo del aspa. Esto explica la forma “torcida” del aspa en su longitud.

Las aspas del aerogenerador propuesto fueron construidas con madera por ser un material ligero, resistente, barato y fácil de moldear para obtener su perfil aerodinámico.

De acuerdo a la Ec. (2), para 1 kW de capacidad nominal de salida, teniendo $v = 12$ m/s, $\rho = 0.928$ kg/m³ (regiones cercanas a la Cd. de Zacatecas), turbina de eje horizontal de tres aspas con $C_p = 0.25$, y una eficiencia $\eta = 0.75$ del generador eléctrico, se requiere un área de barrido de las aspas de 6.65 m². Esto significa un diámetro de barrido de 2.9 m. Se seleccionaron aspas con 1.5 m de longitud.

Una vez determinada la longitud del aspa, se seleccionó una velocidad específica nominal de la turbina, $\lambda = 6$ (relación de la velocidad de la punta del aspa y la velocidad del viento que impacta sobre la turbina). La velocidad angular nominal de la turbina, n_{turb} en rpm, se determinó a partir de la Ec. (4).

$$n_{\text{turb}} = \frac{60\lambda v}{2\pi l_{\text{aspa}}} \quad (4)$$

donde:

n_{turb} = longitud del aspa, en m.

Con los valores dados, la velocidad angular nominal fue de 458 rpm.

El valor de cuerda de cada sección, en cm, se evaluó con la Ec. (5).

$$\text{Cuerda}_{\text{sec}} = \frac{8\pi l_{\text{sec}}(1 - \cos(\phi_{\text{sec}}))}{Z C_L} \quad (5)$$

donde:

l_{sec} = longitud de sección del aspa, en cm.

ϕ_{sec} = ángulo de la sección del aspa, en grados.

Z = número de aspas de la turbina.

C_L = Coeficiente de sustentación definida por el perfil.

Para el modelo aerodinámico de las aspas se eligió el perfil de sección transversal NACA 4412. Del perfil seleccionado se obtiene el coeficiente de sustentación (C_L), el cual indica la fuerza sobre el perímetro del perfil perpendicular al flujo del aire, tomando como base el ángulo de ataque $\alpha = 5^\circ$.

Para la construcción de las aspas fue suficiente dividir a cada aspa en seis secciones (Fig. 3). Los valores estimados de cuerda y ángulos α , ϕ y β para cada sección se muestran en la tabla 1.

Las tres aspas de la turbina fueron talladas utilizando diferentes instrumentos de carpintería de acuerdo a los datos de la Tabla 1.



Figura 3. Secciones longitudinales de cada aspa.

Tabla 1. Valores de cuerda y ángulos, y para cada sección longitudinal del aspa.

No. sección	Long (cm)	α (°)	ϕ (°)	Cuerda (cm)	β (°)
1	25	5	30.00	25.39	25
2	50	5	17.71	17.96	12.71
3	75	5	12.29	13.03	7.29
4	100	5	9.35	10.08	4.37
5	125	5	7.54	8.19	2.54
6	150	5	6.30	6.88	1.30

Generador eléctrico

El generador eléctrico se diseñó para salida trifásica, en conexión estrella, con valores nominales de 1 kW y 67 V por fase, sin carga. La corriente nominal calculada fue de 4.97 A por fase, seleccionando un calibre de alambre magneto calibre 15 AWG, con capacidad de hasta 11 A de valor eficaz.

El generador se diseñó de forma axial, con un rotor consistente en dos discos de acero, cada uno conteniendo 12 imanes permanentes (polos) en la periferia de una de sus caras, distribuidos con polaridad alternada. Los dos discos con las caras conteniendo a los imanes permanentes frente a frente, fueron separados por un entrehierro y por el propio estator (Fig. 4).

Los imanes permanentes fueron rectangulares de Neodimio-Fierro-Boro (NdFeB), grado 42, con densidad remanente máxima ($B_{r_{\text{max}}}$) de 13,200 gauss, y con una energía máxima (BH_{max}) de 341.85 kJ/m³. El área de la cara frontal, A_m , de cada imán permanente fue de 12.903 cm². La longitud seleccionada de entrehierro, l_g , fue de 2 cm, y el área transversal del entrehierro (área que cubren las caras de los imanes más la distancia de entrehierro), A_g , fue de 32.143 cm². Estos valores permitieron evaluar la densidad de flujo magnético promedio en el entrehierro, B_g (cantidad de flujo magnético que circula a través del área cubierta por las

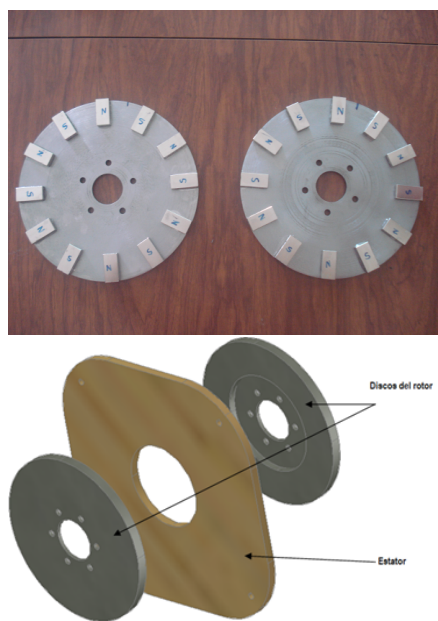


Figura 4. Arreglo de imanes permanentes en discos del rotor.

caras encontradas de los imanes), en Teslas, la intensidad de campo magnético promedio en el entrehierro, H_m , en A/cm, y el flujo magnético en el entrehierro, ϕ_{entreh} , en webers (Ec. 6, 7 y 8).

$$B_g = \frac{A_m}{A_g} B_{rmax} \quad (6)$$

$$H_m = \frac{B_{rmax}}{\mu_0 \left(\frac{A_g 2c}{A_m l_g} \right)} \quad (7)$$

$$\phi_{entreh} = B_g A_m \quad (8)$$

donde:

μ_0 = permeabilidad del espacio libre.

c = grosor de cada imán, en cm.

Los valores calculados fueron $B_g = 0.53$ T, $H_m = 0.00332$ A/cm, y $\phi_{entreh} = 0.0006837$ Wb. La frecuencia de generación a velocidad nominal fue de 45.8 Hz. Con estos valores, fue posible determinar el voltaje nominal, sin carga, por vuelta, $V_{vuelta} = 0.139$ volts en el devanado del estator, a través de la Ec. (9).

$$V_{vuelta} = 4.44 f \phi_{entreh} \quad (9)$$

donde: f = frecuencia nominal de voltaje, en Hz.

Para obtener un voltaje nominal por fase, sin carga, de 67 V, a frecuencia nominal de 45.8 Hz, el número de vueltas necesarias del devanado de fase fue de 480 vueltas. Si estas

vueltas se distribuyen en tres bobinas por fase, cada una de estas bobinas contiene 160 vueltas.

Con las dimensiones físicas de cada bobina (Fig. 5) y los datos del conductor, se evaluaron los valores nominales de resistencia y reactancia inductiva del devanado de fase, sin carga, de $R_{fase} = 1.298$ ohms, y $X_{L_{fase}} = 0.036$ ohms. Estos valores permitieron obtener el circuito equivalente del generador a frecuencia nominal, y con ello las caídas de tensión y pérdidas en el devanado por efecto Joule con carga. Para otras frecuencias de salida, la reactancia inductiva se recalcula.

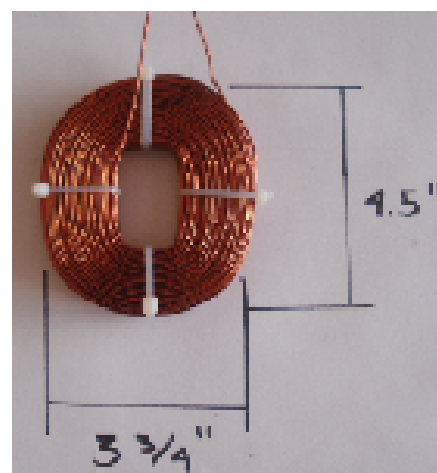


Figura 5. Dimensiones de una bobina.

El estator se construyó en forma de disco a fin de insertarlo en posición fija entre los discos del rotor. Para este tipo de generador de flujo axial, las bobinas no contienen núcleo ferromagnético, dado que el flujo entre los imanes permanentes atraviesa directamente las bobinas. El conjunto de bobinas se distribuyó en forma de disco, en un diámetro de 17 cm. Posteriormente se rellenaron los espacios con resina cristal. Las Fig. 6 y 7 muestran el proceso de construcción del disco del estator.

La separación de entrehierro entre los discos del rotor se logró utilizando un separador de material sintético ligero y duro (Nylacero). El acoplamiento de los discos del rotor con movimiento rotatorio a una estructura metálica fija (bastidor) se realizó utilizando una maza automotriz como chumacera del eje. Entre los discos del rotor se montó el disco del estator fijándolo al bastidor a través de tornillos en su periferia. Posteriormente, las aspas se fijaron al conjunto del rotor. La Fig. 8 muestra vistas lateral y posterior del acoplamiento de rotor y estator al bastidor.



Figura 6. Arreglo de bobinas para el disco del estator.



Figura 7. Encapsulado de bobinas con resina.

Sobre el bastidor está fija una pieza tubular con cierta inclinación respecto al eje vertical. Sobre esta pieza tubular se inserta el timón o coleta del aerogenerador que servirá como control mecánico de direccionamiento (Fig. 9)

El bastidor se diseñó con una estructura tubular vertical sobre la cual van unidos los brazos que sostienen al rotor y estator. Esa estructura tubular se inserta sobre el poste o torre del aerogenerador. Al insertarse sobre el poste, éste actúa como pivote, permitiendo girar al conjunto rotor, estator y aspas cuando el viento tiene velocidades más allá de los valores de diseño.

Mecanismo de direccionamiento y control de velocidad

La coleta es un sistema de orientación mecánico, que mantiene a las aspas del generador frente al viento para aprovechar al máximo su energía. El arreglo conveniente de la veleta y el conjunto de turbina-generator, montados sobre el poste que sostiene al sistema, permite también tener un control mecánico de velocidad de la turbina que limite su

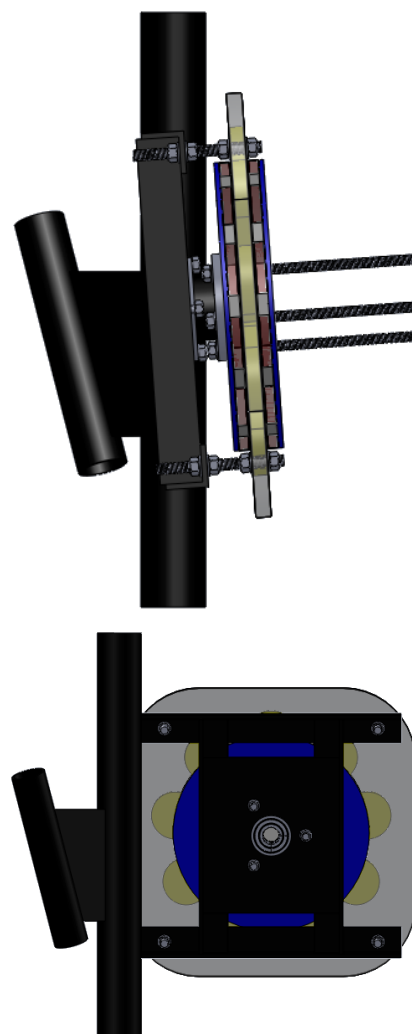


Figura 8. Vista lateral y posterior del arreglo de rotor y estator sobre la estructura metálica fija (bastidor).

velocidad angular a un punto donde el generador eléctrico no produzca excesiva electricidad que ponga en peligro su capacidad nominal. Si la velocidad del viento excede la velocidad nominal de la turbina, el sistema mecánico de control de velocidad actúa modificando la posición de las aspas para reducir la velocidad de la turbina.

Para lograr el control mecánico de velocidad, el conjunto turbina-generator se coloca sobre el poste en una posición donde su eje vertical no coincida con el eje vertical del poste, y el eje horizontal no coincida con el eje horizontal de la coleta.

Cuando la velocidad del viento es menor que la velocidad nominal, la posición entre el eje horizontal del conjunto turbina-generator y el eje de la coleta siempre será de 90

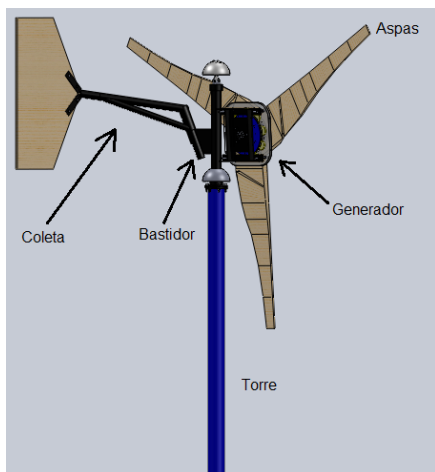


Figura 9. Armado completo de rotor, estator, aspas y coleta.

grados, a fin de que la turbina se posicione de frente al viento. En este caso habrá un equilibrio de momentos. La fuerza de empuje del viento sobre la turbina será menor que el peso de la veleta, y no se producirá giro sobre su pivote.

Cuando la velocidad del viento excede a la nominal, la fuerza del viento sobre el conjunto turbina-generador será mayor que el peso de la coleta y dicho conjunto tenderá a girar sobre su pivote, produciendo un momento de giro. En este caso, el ángulo entre el conjunto y la veleta será menor a 90 grados, y la dirección del viento ya no pegará de frente a la turbina, reduciendo así su velocidad angular.

El pivote de la veleta debe estar a un cierto ángulo con respecto a la vertical del poste para hacer que el peso de la veleta tienda a caer. Dicho ángulo evitará, además, que en algún momento en que el conjunto turbina-generador se acerque a la veleta, no produzca un colapso entre ellos. El área de la veleta se calculó de 0.63 m^2 y su longitud de 1.68 m. La distancia del conjunto turbina-generador a su pivote se estimó en 25 cm. Como el diámetro de la turbina es de 3 m, entonces el área de la turbina es de 2.25 m^2 . La Fig. 10 muestra las dimensiones de la coleta.

PRUEBAS Y RESULTADOS

Para caracterizar el generador eléctrico se construyó un banco de pruebas acoplado el eje de giro del generador, mediante un sistema de poleas, a un motor trifásico de inducción jaula de ardilla Siemens, de 5 HP, 220 V, controlado

por un variador de velocidad Siemens, modelo 420, de 5.36 HP (Fig. 11).

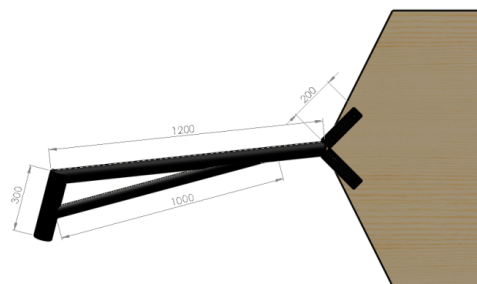


Figura 10. Dimensiones de la coleta.



Figura 11. Banco de pruebas para aerogenerador de flujo axial.

Se realizaron varias pruebas en vacío y con carga resistiva, obteniéndose voltaje de salida muy similar al calculado. Las Fig. 12 y 13 muestran los resultados de voltaje vs velocidad angular obtenidos. En las figuras se puede observar cómo los voltajes generados medidos por fase tienen una tendencia muy similar a los valores calculados. Las pequeñas variaciones son debidas a las imperfecciones de construcción de los devanados.

Al emplazar todo el sistema eólico sobre una torre de 6 m (Fig. 14), se realizaron varias mediciones teniendo las terminales de salida conectadas a un rectificador trifásico y, éste a su vez, a 4 baterías de 12 V en serie (48 V). A fin de evitar sobrecargas en las baterías, se conectó un controlador de carga a la salida de las baterías en configuración *dump load* para permitir el desvío del exceso de carga de las baterías a varios focos incandescentes (carga resistiva). El objetivo fue medir la capacidad de producción de energía eléctrica del sistema eólico durante varios días, en forma consecutiva. Para ello se utilizó un medidor de calidad de energía.

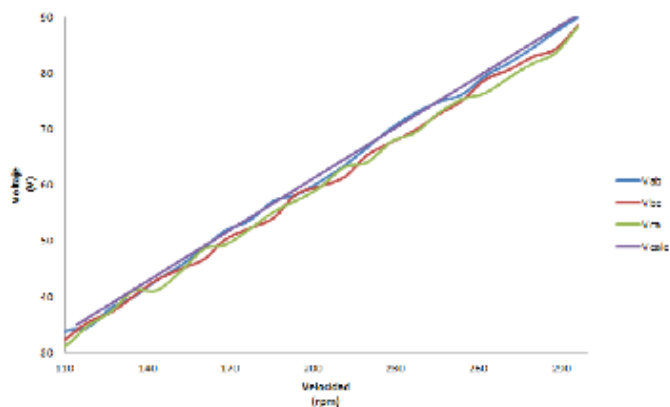


Figura 12. Resultados de voltaje vs velocidad angular calculado y medido, en vacío.

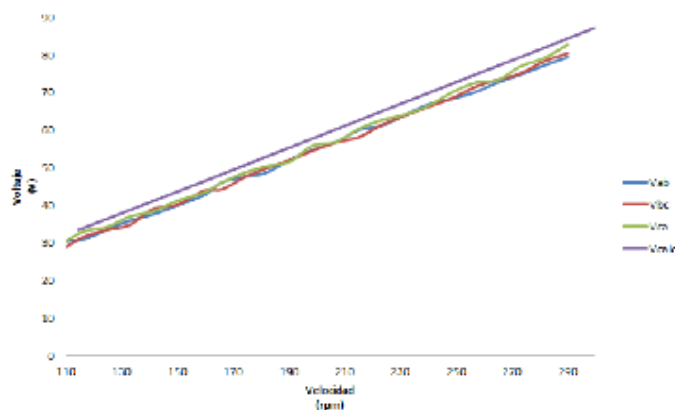


Figura 13. Resultados de voltaje vs velocidad angular calculado y medido, con carga resistiva.

La Fig. 15 muestra los resultados de la energía eléctrica entregada por el aerogenerador del 5 al 16 de diciembre del 2011.

. En el período de medición hubo viento disponible que permitió generar energía eléctrica de hasta 2.2 kWh por día, teniendo vientos con velocidades desde 2 hasta 10 m/s. La totalidad de la energía eléctrica generada en los días de prueba fue de 22.22 kWh. De los resultados obtenidos, se puede concluir que el aerogenerador tiene la capacidad producir más de 1.5 kWh/día, dependiendo del potencial eólico disponible durante el día.



Figura 14. Emplazamiento en campo del sistema eólico.

CONCLUSIONES

El prototipo de microgeneración eólica permite captar la energía del viento para propósitos de carga de baterías, de acuerdo a los valores esperados de diseño, operando con velocidades de viento desde 2 m/s. Aunque su capacidad nominal es de 1 kW, este valor sólo se obtiene a velocidad de viento nominal de 12 m/s. La energía eléctrica producida promedio diaria de 1.5 kWh durante los días de prueba sugiere su aplicación en comunidades rurales de bajo con-

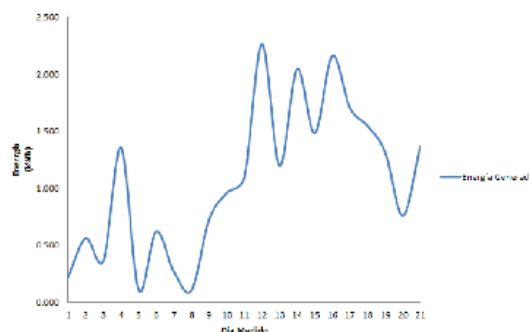


Figura 15. Energía eléctrica entregada por el generador del 5 al 16 de diciembre del 2011.

sumo.

AGRADECIMIENTOS

El micro generador eólico se diseñó y construyó en las instalaciones de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, como parte del proyecto No. 121763 de Fondos Mixtos CONACYT-Gob. del Estado de Zacatecas.

Bibliografía

- [1] World Wind Energy Association, “Half - year Report 2011”. Junio, 2011. <http://www.wwindea.org>.
- [2] National Renewable Energy Laboratory (NREL), “2010 Wind Technologies Market Report”. Junio, 2011. <http://www1.eere.energy.gov/wind/pdfs/51783.pdf>.
- [3] National Renewable Energy Laboratory (NREL), “Wind Energy Resource Atlas of Oaxaca”. 2003. USA.
- [4] Universidad Autónoma de México (UAM), “Una Visión al 2030 de la Utilización de las Energías Renovables en México”. 2005.
- [5] Instituto de Investigaciones Eléctricas. Subdirección de Fuentes Alternas de Energía. <http://vmw11.iie.org.mx/sitioIIE/site/indice.php>
- [6] Manuel Reta Hernández et al., Proyecto 16452, Fondo Mixto CONACYT-Gob. del Edo. de Zacatecas, “Aplicación y Desarrollo de Sistemas de Energías Eólica y Solar en el Estado de Zacatecas”. 2010.
- [7] NACA Airfoil Series, <http://www.aerospaceweb.org/question/airfoils/q0041.shtml>

Acerca del autor o autores

Los autores son profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, López Velarde 801, Centro. Zacatecas, Zac, 98000. México. Cubren los programas académicos de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, y el de Ingeniería en Computación.

Optimización inteligente de cartera de proyectos sociales para minorías en Chihuahua utilizando cómputo evolutivo

Alberto Ochoa-Zezzatti, José Martínez, Andrés Bautista,
Jöns Sánchez, Sandra Bustillos y Rubén Jaramillo

Intelligent optimization of social projects portfolios for minorities in Chihuahua via evolutive computing

Recibido: enero 2, 2012

Aceptado: marzo 13, 2012

Palabras clave: Optimización inteligente; cartera de proyectos sociales; toma de decisiones

Abstract:

A controversial theme and frequently in public policy analysis is the allocation of funds for projects of minority groups. Public resources to finance social projects of this type are particularly scarce. Very often the relationship between the requested budget and that can be received is overwhelming, as it is very unlikely that the most necessary budget can be granted. In addition, strategic approaches (political and ideological) permeate the decision-making of such assignments. To meet these regulatory criteria, underlying any prevailing public policy or government ideology, it is clear that both must be appropriate to prioritize development projects and project portfolios, these must be consistent with rational principles (eg, maximizing social benefits). As using bioinspired computation (in this case Firefly Algorithm) can be characterized as follows: • They can be certainly profitable, but its benefits are indirect, perhaps long term can only be visible and difficult to quantify. •

Aside from their potential economic contribution to social welfare, are not intangible benefits, which must be considered to achieve a holistic view of their social impact. • Equity in relation to the magnitude of the impact of projects and social conditions of the beneficiaries, should also be considered. In the present investigation we have developed an approach to the problem using intelligent optimization for the four minority Chihuahua: Rarámuris, Mennonites, Mormons and Immigrants Federation.

Keywords: Intelligent optimization; social projects portfolios; decision making



EN la presente investigación, hemos centrado nuestra atención en un problema específico, poco conocido en la literatura relacionada con la toma de decisiones acerca de la cartera de proyectos social conocido en Inglés como “Social Portafolio Problem” basado en un Modelado Social caracterizado por cuatro minorías. En esta representación social, es necesario realizar una adecuada selección de los proyectos a beneficiar por dicha cartera de proyectos para optimizar en forma adecuada, el beneficio social para cada una de las minorías con la intención de mejorar sus condiciones de vida en aspectos cotidianos. Por lo tanto hemos creado una herramienta inteligente de apoyo a la toma de decisiones sobre la base del algoritmo bioinspirado llamado Firefly Algorithm, el cual permite facilitar el establecimiento de la selección más

adecuada de proyectos enfocados a incidir en las vidas de los individuos pertenecientes a una minoría un conjunto de acciones determinado. La solución del problema propuesto es una hibridación de dos técnicas: la minería de datos (para el análisis de los datos de acciones de beneficio en el pasado) y el algoritmo bioinspirado (para definir el apoyo a la decisión correcta sobre la base de las relaciones sociales y el apoyo específico de las cuatro minorías: Mennonitas, Mormones, Rarámuris e Inmigrantes de a Federación), como consecuencia de los proyectos sociales asociados a los lugares donde habitan ellos, los cuales están representados en el mapa. Como se describe en [2] este algoritmo bioinspirado es capaz de seleccionar un conjunto limitado de proyectos. Para este trabajo se emplea el tipo de proyecto apoyado por el gobierno estatal como se describe en [4], el cuál es un repositorio de información sobre distintas posibilidades de mejorar la vida de los individuos que conforman una minoría en Chihuahua [1]. Aquí cada proyecto se evalúa teniendo en cuenta los diferentes atributos. La selección de cada atributo y su representación visual permite analizar el potencial de impacto del beneficio social, esta representación requiere el desarrollo de algunas medidas de similitud que permiten identificar y establecer localizaciones en el mapa [6].

ALGORITMO FIREFLY

El “Firefly algorithm” (FA) es un algoritmo metaheurístico, inspirado por el comportamiento de tildeo de las luciérnagas. El propósito principal del flasheo de una luciérnaga es para actuar como un sistema de señal para atraer a otras luciérnagas. Xin-She Yang formula el algoritmo de firefly bajo los siguientes criterios: 1.- Todas las luciérnagas son unisexuales, por lo que cualquier luciérnaga puede ser atraída por cualquiera de las otras luciérnagas; 2.- Su atractivo es proporcional al grado de brillantez, y para cualquiera de dos, la menos brillante de ellas podrá ser atraída por (y de esta forma moverse hacia) la más brillante de ellas; sin embargo, la brillantez puede decrecer tanto como la distancia se incrementa; 3.- Si no existen luciérnagas más brillantes que a luciérnaga dada, esta podrá moverse en forma aleatoria. La brillantez podrá estar asociada con la función objetivo.

El Algoritmo Firefly es un algoritmo de optimización metaheurística inspirado en la naturaleza que se muestra a continuación.

- 1) Función objetivo: $f(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_d)$
- 2) Generar población inicial de luciérnagas \mathbf{x}_i ($i = 1, 2, \dots, n$)
- 3) Formular intensidad de luz I de modo que esté asociada con $f(\mathbf{x})$
(por ejemplo pra problemas de maximización $I \propto f(x)$, o simplemente $I = f(x)$)
- 4) Definir coeficiente de absorción

```
While (t<MaxGeneration);
  for i=1:n (todas las n luciérnagas)
    for j=1:n (n luciérnagas)
      if (I_j > I_i)
        move luciérnaga i hacia j;
      end if
      Variar atracción con la
        distancia $r$ por medio
        de  $e^{-\gamma r}$ ;
      Evaluar nuevas soluciones
        y actualizar
        la intensidad de luz;
    end for j
  end for i
  categorizar luciérnagas y
  encontrar la mejor actual;
end while
Post-procesar y mostrar
los resultados;
end
```

La fórmula principal de actualización para cualquier par de dos luciérnagas sean X_i y X_j es

$$X_i^{t+1} = X_i^t + \beta e^{-\gamma r_{ij}^2} + \alpha_t \epsilon_t \quad (1)$$

donde α_t es un parámetro controlando el tamaño del paso, mientras ϵ_t es un vector dibujado desde una distribución Gaussiana o cualquier otra.

Éste puede ser demostrado a través del caso limitante cuando $\gamma \rightarrow 0$, el cual corresponde a la partícula estándar del PSO (Particle Swarm Optimization, PSO). De hecho, si el ciclo interno (for j) es removido y la brillantez I_j es reemplazada por el actual mayor global I^* , entonces FA esencialmente comienza a ser el PSO estándar.

Guía de Implementación

El término γ podrá ser relacionado a las escalas de variables de diseño. Idealmente, el término β podrá ser ordenado,

el cual requiere que γ podrá ser ligado mediante escalas. Por ejemplo, una posible elección es utilizar $\gamma = 1/\sqrt{L}$ donde L es la escala promedio del problema caracterizado. En caso de que las escalas varíen significativamente, γ puede ser considerado como un vector para adaptarse a diferentes escalas en diferentes dimensiones. Similarmente, α_t podrá también ser ligado con escalas. Por ejemplo, $\alpha_t \leftarrow 0.01L\alpha_t$. Vale la pena señalar que la descripción anterior no incluye la reducción de la aleatoriedad. De hecho, en la ejecución real realizada por la mayoría de los investigadores, el movimiento de las luciérnagas se reduce gradualmente por una reducción de la aleatoriedad del tipo “recocido” como a través de $\alpha = \alpha_0 \delta^t$ donde $0 < \delta < 1$, es decir $\delta = 0.97$. En algún problema con un grado alto de dificultad, puede ser útil si se aumenta en algunas etapas, y luego reducirlo cuando sea necesario. Esta variación no monotónica del algoritmo permitirá escapar de cualquier óptimo local cuando en el caso improbable de que podría quedarse estancado si el azar se reduce demasiado rápido. Estudios paramétricos muestran que n (número de las luciérnagas) debe ser de 15 a 40 para la mayoría de los problemas. Una implementación realizada en lenguaje Python también está disponible, aunque con funcionalidades limitadas. Estudios recientes muestran que el algoritmo de la luciérnaga es muy eficiente, [11], y podría superar a otros algoritmos basados en metaheurísticas incluyendo la optimización de enjambre de partículas (PSO). La mayoría de los algoritmos de metaheurísticas pueden tener dificultades para hacer frente a las funciones de pruebas estocásticas, y parece que el algoritmo de luciérnagas puede hacer frente a las funciones estocásticas de prueba de manera muy eficiente. Además, el algoritmo FA también es mejor para hacer frente a problemas de optimización ruidosos con la facilidad de implementación. Chatterjee et al. [12] muestra que el algoritmo de luciérnaga es superior a la optimización de partículas enjambre en algunas aplicaciones. Además, el algoritmo de las luciérnagas de manera eficiente puede resolver problemas no convexos con restricciones no lineales complejos. Nuevas mejoras en el rendimiento son también posibles con resultados prometedores.

Desarrollo de un horizonte de planeación para una cartera de proyectos sociales asociados a minorías.

Un proyecto se establece como una acción determinada dentro de un horizonte de planificación asociado con las minorías a ser beneficiadas, estos proyectos que se han conformado, esto debe quedar establecido mediante la pregunta de: ¿Qué proyectos sociales pueden ser representados por un análisis de diversos aspectos del beneficio social?, para ello se hace uso de diferentes análisis para ubicar cada proyecto con relación al dinero que se posee y que se puede utilizar para cada proyecto, el cuál utilizando el algoritmo bioinspirado se estará optimizado para beneficiar a más individuos de cada minoría. Esta representación se realiza principalmente sobre la base de las relaciones entre las familias que conforman la minoría. En este artículo, nos enfocamos en un problema práctico de la literatura relacionada con la adecuación de la mejor cartera de proyectos utilizando un Modelo creado por el algoritmo bioinspirado y para localizar los diferentes lugares en donde la población se beneficiará, lo cual incidirá Esta cartera de proyectos, mejorará su inserción social, la cual permite incluir cada aspecto importante relacionado con cada proyecto con respecto a los demás y su respectivo potencial de potencializar la región, para ello utilizamos un horizonte de tiempo específico (2012-2050), el cual indica la capacidad de establecer los lugares adecuados en el modelo, esto permite establecer “la correspondencia de impacto social adecuada con un proyecto específico”, durante el horizonte de tiempo, para el conjunto dado de los proyectos. La solución a este problema podría estar dado por una secuencia de generaciones de soluciones óptimas, designados como “firefly”, dichas soluciones establecen las mejores posibilidades de beneficiar socialmente al mayor número de individuo de la minoría. Las partículas en este caso designadas como “firefly”, permiten realizar el análisis sobre el tiempo (viabilidad económica, viabilidad durante el horizonte de tiempo y capacidad de retorno social) en relación con la conveniencia de cada proyecto acorde con el lugar donde serán desarrolladas para mejorar las vidas de las personas que conforman una minoría específica, estos proyectos tienen atributos con diferentes rangos de intensidad y magnitud asociados con diferentes atributos relacionados con el beneficio social, y acciones específicas para ser desarrollado, después de usar

el resultado del algoritmo, este es seleccionado para determinar el proyecto más adecuado para determinar la potencialidad de ejecutar dicho proyecto, para finalmente ofrecer en forma automática un “guión de narrativa” asociado con la herramienta inteligente de buscar el mejor proyecto acorde con el modelo, justificando esto con la selección determinada por el algoritmo bioinspirado, según el modelo propuesto, por ejemplo, “El Proyecto #7 debe ser ejecutado en las comunidades Rarámuri para generar autoempleo, ya que sus tierras de cultivo reciben poca agua de lluvia” y mostrar la representación en el modelo, el cual es mantenido mediante un repositorio acorde con la información necesaria [3] para la futura modificación de la decisión realizada.

SISTEMA INTELIGENTE PARA EL APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES PROPUESTO

Un modelo con toda la información asociada a cada uno de los proyectos se utiliza para poner ser analizadas en forma objetiva y ubicados en el mapa, donde el proyecto se piensa implementar. El desarrollo de este modelo requiere, por un lado, el desarrollo conceptual, y por otro, el desarrollo de medidas de matemática discreta que permiten el apoyo ontológico para explorar los sistemas humanos de los datos (ver Figura 1).

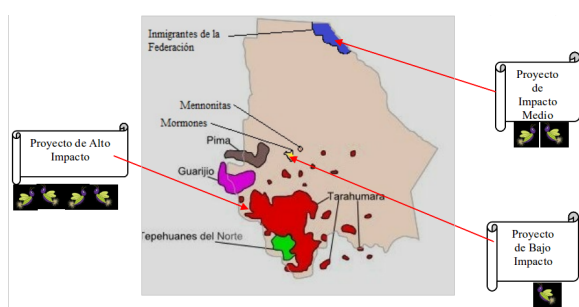


Figura 1. Distribución de proyectos asociados a las cuatro minorías de Chihuahua.

Se trata de mejorar la ecuación (2), en ésta se describe el valor de K como la viabilidad para desarrollar un proyecto social asociado a una minoría en un lugar específico donde vive la población objetivo.

$$K = IS[(PE-IE)^{PCM}] \pm RSLP, \quad (2)$$

donde: IS = Impacto Social del proyecto.

PE = Potencial económico del Proyecto.

IE = Impacto Ecológico.

PCM = Preservación Cultural de la Minoría, dado que el proyecto no afecte a la Cultura asociada a la Minoría.

RSLP = Retorno Social del proyecto a largo plazo, es decir que el proyecto modifique con el tiempo la situación de la minoría.

La Tabla 1 muestra la información relacionada con un proyecto de minoría, donde se incluye el análisis multivariable y se incluyen sus atributos, donde Tipo se refiere tipo de proyecto,

Min se refiere a la minoría en estudio,

AE = autoempleo,

IdeF = inmigrantes de la federación,

Mn = Mennonitas,

Mor = Mormones y

Rar = Rarámuris.

Tabla 1. Análisis Multivariable con la información relacionada con un proyecto para cada minoría, incluyendo sus diferentes atributos

Tipo	Min	IS	PE	IE	PCM	RSLP
AE	IdeF	0.788	0.778	0.734	0.674	0.814
AE	Men	0.619	0.912	0.673	0.728	0.972
AE	Mor	0.687	0.632	0.589	0.682	0.915
AE	Rar	0.895	0.837	0.715	0.629	0.885

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

El principal experimento consistió en detallar cada una de los atributos relacionados con la cartera de proyectos, y darle una población inicial de 50 luciérnagas, y una condición de paro de 25 comparativas, o que la función objetivo previamente establecida se haya cumplido, esto nos permitió generar escenarios diferentes relacionados con horizontes de tiempo, lo cual fue obtenido después de comparar diferentes niveles de brillantez asociado con cada proyecto (similitudes culturales y sociales en cada comunidad, y para determinar las relaciones existentes entre cada uno de ellos en relación con el tiempo para desarrollar el

proyecto), cuando el valor se trata de maximizar, éste indica la potencialidad de incidir en las vidas de las personas de cada minoría, y esto representa el número de personas beneficiadas con esta decisión que determinan la magnitud relacionada con la sociedad. La herramienta desarrollada, permite clasificar adecuadamente, cada uno de los proyectos según el grupo con más detalle para su posterior análisis (ver figura 2).

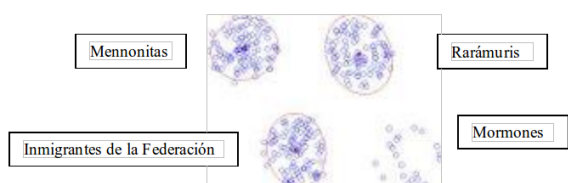


Figura 2. Competencia de cada proyecto por ser seleccionado mediante el uso del algoritmo propuesto.

En la figura 2 se analiza cada uno de los proyectos y se analizó el potencial para ejecutar un proyecto específico para utilizar después para resolver la función objetivo. El análisis del algoritmo denominado “Firefly Algorithm” confirma la decisión de seleccionar diferentes proyectos con diferentes características, por lo que el algoritmo híbrido propuesto incluye minería de datos y dicho algoritmo bioinspirado, el cual incluye el análisis de datos históricos (minería de datos) y la selección realizada con el Algoritmo Bioinspirado.

Con la información obtenida con nuestro diseño de experimentos, se generó un “ranking” de los diversos proyectos, éste debe de considerar un adecuado imaginario colectivo social y cultural, que combine diversas características que no afecten la cultura tradicional de cada minoría y que disminuya el impacto ecológico de cada proyecto. La figura 4, describe toda la información relacionada con los atributos asociados con cada uno de los posibles proyectos, ver Figura 3.

CONCLUSIONES

Utilizando el algoritmo de optimización denominado “Firefly Algorithm”, hemos mejorado sustancialmente la comprensión para obtener el cambio del “mejor paradigma”, porque hemos determinado apropiadamente los horizontes de tiempo y los lugares donde se podría beneficiar más a



Figura 3. Un gráfico temporal incremental, el cual describe cada una de los proyectos compitiendo por ser aplicados y sus atributos (seleccionado al menos siete comparativas específicas) para obtener la mayor cantidad de población objetivo a ser beneficiada con base al número de restricciones para cada uno, y el valor del alcance de la optimización para cumplir con la función objetivo.

la población objetivo de acuerdo a sus atributos, esto nos permitió entender que el concepto de “selección de una ubicación específica es importante para mejorar los beneficios económicos y sociales para ejecutar un proyecto” por un sistema de apoyo para la toma de decisiones, el cual existe con base en la determinación de la función de la aceptación de dicho algoritmo. Este algoritmo Bioinspirado ofrece una poderosa alternativa para problemas de optimización y toma de decisiones. Por esa razón, esta técnica ofrece un panorama bastante comprensible con el fenómeno cultural que representan [8]. Esta técnica nos permitió incluir la posibilidad de generar conocimiento experimental creado por la comunidad de agentes de un dominio de aplicación dado. El análisis del nivel y el grado de conocimiento cognitivo de cada comunidad es un aspecto que se desea evaluar como trabajo futuro. La respuesta puede residir entre la similitud que existe en la comunicación entre dos culturas diferentes y como éstos son percibidas. Por otro lado para entender las similitudes reales que tienen las distintas sociedades con base en las características que los conforman y así le permite mantener su propia identidad, las cuáles se desarrollan con el tiempo [7]. Es importante destacar que el algoritmo “Firefly Algorithm”, es una herramienta potente, pero deja de lado varios elementos de análisis cultural, siendo esta una oportunidad para innovar nuevos algoritmos de rescate de la complejidad y las relaciones caóticas, sociales y culturales, con esta investigación es posible construir escenarios temporales diferentes de acuerdo con la ejecución de cada proyecto. Además, esta aproximación abre la posibilidad de analizar en el trabajo futuro, cómo aprovechar al máximo las características del lugar donde se ejecutará el proyecto con el fin de mejorar la productivi-

dad social del mismo en lugares con poblaciones similares a Chihuahua utilizando diferentes técnicas relacionadas con logística.

AGRADECIMIENTOS

Los autores utilizaron una cartera de proyectos asociada con Progresía del gobierno de Chihuahua durante el año 2011.

Bibliografía

- [1] López Jaimes Antonio et al.: Adaptive Objective Space Partitioning Using Conflict Information for Many-Objective Optimization. EMO 2011 (2011) 151-165.
- [2] Desmond, A. and Moore J.: Darwin - la vida de un evolucionista atormentado. Generación Editorial, São Paulo, Brazil. (1995).
- [3] Ochoa, A. et al.: Baharastar - Simulador de Algoritmos Culturales para la Minería de Datos Social, in Proceedings of COMCEV'2007 (2007).
- [4] Programa de Procampo en el Estado de México (2012). <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>
- [5] Callogerodóttir, Z. and Ochoa A.: Optimization Problem Solving using Predator/Prey Games and Cultural Algorithms. NDAM'2003, Reykiavik; Iceland. (2007).
- [6] Tang Hué et al.: The Emergence of Social Network Hierarchy Using Cultural Algorithms. VLDB'06, Seoul, Korea. (2006).
- [7] Vukčević, I. and Ochoa, A.: Similar cultural relationships in Montenegro. JASSS'2005, England. (2005).
- [8] Zuckermann, D.: Culture and Organizations, London: McGraw-Hill (1991).
- [9] Reynolds, R.G.: Networks Do Matter: The Socially Motivated Design of a 3D Race Controller Using Cultural Algorithms. IJSIR Vol. 1, No. 1 (2010) 17-41.
- [10] Ochoa, A. et al.: Dyoram's representation using mosaic image. The International Journal of Virtual Reality, Vol. 8 (2009).

- [11] Yang, X. S. (2009). "Firefly algorithms for multimodal optimization". Stochastic Algorithms: Foundations and Applications, SAGA 2009. Lecture Notes in Computer Sciences. 5792. pp. 169–178.arXiv:1003.1466.
- [12] A. Chatterjee, G. K. Mahanti, and A. Chatterjee, Design of a fully digital controlled reconfigurable switched beam concentric ring array antenna using luciérnaga and particle swarm optimization algorithm, Progress in Elelectromagnetic Research B, Vol. 36, 113-131(2012).

Acerca del autor o autores

Alberto Ochoa-Zezzatti y Sandra Bustillos son investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, José Martínez y Andrés Bautista, son investigadores del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. Jöns Sánchez es investigador en el Instituto Tecnológico de Querétaro y Rubén Jaramillo es investigador en LAPEM, México. alberto.ochoa@uacj.mx

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral del Cuerpo Académico de Procesamiento e Instrumentación óptica, de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería, a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación. La revista cuenta con el Certificado de Reserva de Derecho al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102.

Los trabajos pueden ser clasificados, al menos, en tres categorías: Divulgación, Investigación, y Tutoriales.

Divulgación: Artículos que no necesariamente contienen resultados de proyectos de investigación propiamente. En esta sección también se podrán incluir trabajos que presenten nuevos enfoques a temas de investigación de modo que permitan ampliar su difusión.

Investigación: Se pueden incluir resultados de investigación aunque conservando el enfoque a la divulgación, es decir, no necesariamente con el rigor de un “paper”. Con ese enfoque se pretende motivar aun mayor número de lectores al hacerles llegar los nuevos tópicos que se estudian actualmente. Los trabajos sobre desarrollo tecnológico pueden ser considerados en esta categoría y se recomienda que un mayor número de trabajos correspondan a esa importante tarea.

Tutoriales: Se muestran temas novedosos, pero poco conocidos. O bien, nuevos enfoques a temas básicos, con un objetivo didáctico, de modo que permitan ampliar el conocimiento y motiven su aplicación en proyectos de ingeniería (desarrollo tecnológico). Página provisional de la Revista:

<http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm> **Sobre el formato del texto:** Los trabajos se pueden enviar en formato txt y las gráficas o figuras en formato jpg con buena resolución. De ser posible debe enviarse un solo archivo rar o zip que contenga tanto el texto como las figuras. En el caso de utilizar Word, se deberá enviar en formato .doc, sin utilizar macros (no se aceptará formato docx). También se aceptarán trabajos en formato OpenOffice. No se solicita ningún formato de página en especial, ya que el texto será llevado al formato de la revista. El trabajo debe incluir

1. Título y Lista de autores.
2. Resumen en un máximo de 200 palabras. El Resumen se utiliza como descripción del trabajo en el índice ampliado, y no aparece en el cuerpo del documento (ver algún número anterior como muestra).
3. Cuerpo del documento: El título de las Secciones será en MAYÚSCULAS, debidamente acentuadas. Las Subsecciones en minúsculas con la primera letra en mayúscula.
4. Las ecuaciones deberán indicarse lo más claramente posible, aun en formato txt. Por ejemplo: $H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5)$ where $z = e^{(j)\omega_1}$
5. Biografía de los autores. El lugar de adscripción se incluirá en una sección “acerca del autor” donde se podrá incluir una breve descripción del puesto que desempeña o ha desempeñado cada autor.

El autor principal deberá enviar debidamente llenado y firmado el formato de “cesión de derechos”, manifestando además que el trabajo no ha sido publicado previamente.

POLÍTICA EDITORIAL:

Los originales serán sometidos a un proceso editorial en varias fases. En primer lugar, los artículos recibidos serán objeto de una evaluación preliminar por parte del Comité Editorial, quien determinará la pertinencia de su publicación, con base a los requisitos temáticos. En la segunda fase, los artículos son enviados a dos pares académicos externos, quienes determinarán en forma anónima uno de los siguientes dictámenes: a) publicar sin cambios, b) publicar después de cumplir correcciones menores, c) publicar una vez que se haya revisado a fondo, d) rechazar. En caso de discrepancia entre los dos árbitros, el texto será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá si es aceptado o rechazado. Los resultados del proceso del dictamen son inapelables en todos los casos.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

DIFU100ci@ (read difuciencia) is a quarterly publication of the Processing and Optical Instrumentation Academic Group, Faculty of Electrical Engineering, Universidad Autonoma de Zacatecas. It aims to disseminate scientific and technological knowledge in the field of engineering, through application oriented articles and articles showing research topics. The magazine has a certified copyright number for exclusive use of the title issued by INDAUTOR, Reserve: 04-2010-110314331900-102.

Aims and Scope: The articles can be classified in at least three categories: Divulgation, Research, and Tutorials.

Divulgation: The articles do not necessarily contain results of research projects themselves. This section will also include works that showcase new approaches to research subjects so as to broaden its distribution.

Research: The articles include research results while maintaining the focus on disclosure (divulgation), ie not necessarily with the rigor of a “paper”. This approach is intended to motivate even more to bring readers to the new topics that are studied today. Works on technological development can be considered in this category and it is recommended to have more articles related to this important task.

Tutorials: These include new issues, but little known. Alternatively, they may include new approaches to basic knowledge, with a didactic purpose, so that will expand knowledge and encourage its application in engineering/technological projects. Provisional Web site of the Magazine: <http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm>

Format for submmision: The work can be sent in .txt formats and graphics or pictures in .jpg format with good resolution. It will be acceptable to send a single .zip or .rar file containing both the text and figures. In the case of using word, it must be sent in .doc format without using macros (.docx format is not accepted). It will be also accepted as an OpenOffice file. It is not requested any page format, especially since the text will be brought to the format of the magazine.

The article should include:

1. Title.
2. List of authors.
3. Summary in a maximum of 200 words. The summary is used as the article description in the expanded index, and does not appear in the document body (see a previous issue as a sample).
4. Main body of document. The title of the section will be in UPPERCASE, properly spelled. Subsections must be written in lowercase with the first letter capitalized.
5. The equations should be indicated as clearly as possible, even in txt format. For example:
$$H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5) \text{ where } z = e^{(j)\omega_1}$$
6. Biography of the authors. The actual job position will be included in a section “about the author” which may include a brief description of the position played or had played each author.

The lead author must submit the duly completed and signed form of “transfer of rights”, saying that the work has not been published previously.

EDITORIAL POLICY:

Manuscripts will undergo an editorial process in several phases. First of all the items received will be subject to a preliminary assessment by the Editorial Committee, who will determine the relevance of its publication, based on thematic requirements. In the second phase, items are sent to two external academic peers, who determine anonymously one of the following opinions: a) accept unchanged, b) accept after serving minor corrections, c) accept once it has been fully reviewed, d) reject. In case of discrepancy between the two arbitrators, the text will be sent to a third arbitrator, whose decision will define if it is accepted or rejected. The results of the opinion process are final in all cases.

