

VIABILIDAD DEL USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN EL DISEÑO INTELIGENTE DE PARQUES EÓLICOS EN MÉXICO

Oriens Serrano Rojas¹

Dra. Claudia Marina Vicario Solorzano²

Mtra. Pilar Gómez Miranda³

oriensserranor@gmail.com¹

marina.vicario@gmail.com²

pgomez@ipn.mx³

Instituto Politécnico Nacional

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

Abstract

Una de las principales prioridades en los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU es generar energía asequible y no contaminante. Entre las energías sostenibles destacan varias alternativas, una de ellas es la energía eólica que actualmente tiene un importante auge a nivel mundial; en nuestro país se encuentra una de las regiones con las mediciones anemométricas más altas registradas. Así mismo el costo de generar energía eólica se ha reducido de manera que comienza a figurar como uno de los principales competidores de los métodos de producción de energía con combustibles fósiles. El diseño inteligente de parques eólicos es de sumo interés para obtener mayor eficiencia del mismo, es decir maximizar la energía obtenida y reducir el costo total de producirla, para tal fin se deben considerar dos variables intrínsecas que son la cantidad de aerogeneradores y el área de instalación; otro aspecto importante a considerar es la distribución relativa de los aerogeneradores para obtener una geometría idónea del parque eólico ya que estos reciben velocidades de viento diferentes en función de su posicionamiento dentro del parque esto debido al fenómeno denominado efecto estela. Para obtener la producción idónea tendremos en cuenta de manera simultánea la cantidad de aerogeneradores y su óptimo posicionamiento. Por lo tanto, proponemos la utilización de algoritmos genéticos como alternativa viable para obtener una solución.

One of the main priorities in the UN's sustainable development goals is to generate affordable and non-polluting energy. Among the sustainable energies, several alternatives stand out, one of them is the wind energy that currently has an important boom worldwide; In our country is one of the regions with the highest recorded anemometric measurements. Likewise, the cost of generating wind energy has been reduced so that it starts to appear as one of the main competitors of fossil fuel energy production methods. The intelligent design of wind farms is of great interest to obtain greater efficiency of it, that is to maximize the energy obtained and reduce the total cost of producing it, for this purpose two intrinsic variables must be considered: the number of wind turbines and the area of installation; Another important aspect to consider is the relative distribution of the wind turbines to obtain an ideal geometry of the wind farm since these receive different wind speeds depending on their positioning within the park due to the phenomenon called wake effect. In order to obtain the ideal production, we will take into account simultaneously the number of wind turbines and their optimal positioning. Therefore, we propose the use of genetic algorithms as a viable alternative to obtain a solution.

Palabras Clave: Algoritmos genéticos, parque eólico, energías sostenibles, energía eólica, diseño inteligente.

Introducción

El acceso universal a la energía es esencial y la energía sostenible es una oportunidad de transformar nuestra vida, la economía y el planeta. En las energías sostenibles existe una diversidad de alternativas entre las que destaca la energía eólica ya que en la actualidad los costos de generación de la misma ha decrecido y su uso representa un impacto considerablemente aceptable para el planeta, posicionando a este tipo de recurso energético como uno de los principales competidores frente a los métodos de producción de energía con combustibles fósiles. En México tenemos una de las regiones con las mediciones anemométricas más altas registradas a nivel mundial, por otra parte nos encontramos lejos de cumplir con los compromisos internacionales y objetivos de la Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTEASE), por lo que nos hemos dado a la tarea de buscar una alternativa viable que nos permita, incrementar la eficiencia de un parque eólico aprovechando la distribución ideal de los aerogeneradores en el área dispuesta para su instalación. Se sabe que diferentes algoritmos y métodos metaheurísticos se han empleado para resolver problemas con características similares y en el presente documento se propone la utilización de algoritmos genéticos (AG) para este caso de estudio.

Del marco regulatorio y legal de las energías renovables en México

La Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE¹), publicada el 28 de noviembre de 2008, uno de los cambios trascendentales que debemos tener en cuenta es que dicha ley se reformó con fecha 01 de junio de 2011 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en sus artículos 3, 10, 11, 14 y 26 y se destaca que: "Para efectos de la fracción III del artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Secretaría de Energía fijará como meta una participación máxima de 65 por ciento de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 60 por ciento en el 2035 y del 50 por ciento en el 2050". De esta forma el marco legal y regulación del sector eléctrico se actualiza promoviendo tecnologías limpias, la eficiencia y sustentabilidad energética, disminuyendo así la dependencia energética en los hidrocarburos. Además, se busca establecer mejores prácticas y estándares internacionales en materia de generación eléctrica en nuestro país.

Figura 1. Marco legal de la participación de las energías renovables en México

¹Ley Abrogada DOF 24-12-2015. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/laerfte/LAERFTE_abro.pdf y sustituida por la Ley de Transición Energética.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 4 • Artículo 25 • Artículo 27 • Artículo 28 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Planeación • Ley de Órganos Reguladores coordinados en materia Energética • Ley General de Cambio Climáticos • Ley de la Industria Eléctrica • Ley de la Comisión Federal de Electricidad • Ley de Transición Energética • Ley de Energía Geotérmica • Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica • Reglamento de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad • Reglamento de la Ley de Transición Energética • Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica • Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

El Reglamento de la Ley de Transición Energética aún se encuentra en proceso de elaboración.
Fuente: SENER.

De los objetivos de Desarrollo Sostenible y su relación con los capacidad del recurso eólico en México

La ONU el día 21 de octubre 2015 promulgó la agenda para la acción mundial hacia el 2030. Donde se plasman los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas, establece que dichos objetivos son de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial y de aplicación universal, el séptimo de estos objetivos es:

OBJETIVO 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”.

Y las metas de este objetivo son:

7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.

7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética

Con respecto a este objetivo y sus metas el poder identificar zonas con alto potencial de energías renovables permite a los desarrolladores e interesados en la materia, invertir en proyectos que ayuden a la diversificación de las fuentes actuales de energía eléctrica y creación de nuevas fuentes fiables y sostenibles.

México es un país que tiene una posición privilegiada con respecto al Ecuador, lo que le permite la producción de energías alternativas en específico la solar y la eólica ya que la incidencia de los rayos del sol a lo largo de todo el territorio nacional favorece la generación de dicho tipo de energías. Lo anterior se ilustra en la Tabla 1 que muestra el potencial de generación de energías limpias en donde la eólica encabeza el listado, por lo anterior se infiere que se puede llevar a cabo el estudio propuesto.

Tabla 1. Potencial de generación eléctrica con energías limpias en México²

Recursos	Eólica	Solar	Hidráulica	Geotérmica	Biomasa
Probado	19,805.0	16,351.0	4,796.0	2,355.0	2,396.0
Probable	-	-	23,028.0	45,207.0	391.0
Posible	87,600.0	6,500,000.0	44,180.0	52,013.0	11,485.0

Fuente: INERE.

De la viabilidad de la aplicación de algoritmos genéticos en el diseño inteligente de parques eólicos en México

La investigación en algoritmos exactos, heurísticos y meta heurísticos para resolver problemas de optimización tiene una utilización trascendental en nuestros días.

Derivado de la factibilidad de implementar parques eólicos en México, se propone utilizar los algoritmos genéticos para el diseño de dichos parques, es decir para la distribución de los aerogeneradores. La distribución depende de la superficie de instalación, del número de aerogeneradores y de la capacidad eólica, considerando los valores que pueden tomar dichas variables y de complejidad del parque a diseñar, con los algoritmos genéticos se puede sacrificar tiempo de procesamiento y ganar en la precisión del modelo a obtener, que es lo que se desea realizar. Otra alternativa que no satisface el propósito son los métodos heurísticos cuya ventaja al propuesto es la velocidad de procesamiento.

Por otra parte hoy en día el desarrollo de las tecnologías y las cibertendencias nos permiten enfrentarnos a problemas progresivamente más complejos. En el estado del conocimiento podemos encontrar un gran número de métodos meta heurísticos diseñados para la resolución de problemas de gran complejidad como CHC, Simulated Annealing, Algoritmos Genéticos (AG) etc..., dentro de las mismas los algoritmos genéticos (AG) son uno de los métodos más conocidos y estudiados por su eficiencia, estos se encuentran inspirados en la teoría de selección natural y la evolución de las especies.

“A esta conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales la he llamado yo selección natural o supervivencia de los más adecuados”. (Darwin, 1859, pág. 137).

Esta técnica meta heurística se lleva a cabo mediante un proceso iterativo y estocástico que opera sobre una población objeto, donde cada individuo representa una posible solución al problema representado, de acuerdo a lo anterior podemos precisar de la siguiente cita, según Charles Darwin:

“De la rápida progresión en que tienden a aumentar todos los seres orgánicos resulta inevitablemente una lucha por la existencia [...], pues de otro modo, según el principio de la progresión geométrica, su número sería pronto tan extraordinariamente grande que ningún país podría mantener el producto. De ahí que, como se producen más individuos que los que

² Información a Junio de 2015

puede sobrevivir, tiene que haber en cada caso una lucha por la existencia, ya de un individuo con otro de su misma especie o con individuos de especies distintas, ya con las condiciones físicas de vida".(Darwin, 1859, págs. 119-120).

Con lo que respecta al tema del recurso eólico tenemos que "queda determinado mediante actividades como: ubicación de los sitios factibles y su extensión superficial en hectáreas, características topográficas del emplazamiento, rosa de los vientos, vientos energéticos, rumbos dominantes, etc., lo que permite configurar la distribución topográfica de los aerogeneradores y determinar un índice de capacidad instalable por hectárea que, multiplicado por la superficie total, indica la capacidad total instalable en el sitio".(Guillen, 2004)

Entonces bien por la cantidad de variables y características intrínsecas en la determinación del recurso eólico, consideramos a los algoritmos genéticos como una alternativa predominantemente viable en el diseño de parques eólicos.

Cibertendencias asociadas al caso de estudio

Vivimos una época de cambios, avances tecnológicos y en constante búsqueda del bienestar, el bien ser, el bien actuar y el bien tener, "está en nuestro código oculto (...) el principio de la uniformización" (Toffler, 1980, pág. 32) de nuestro proceder y para aquellos que nos encontramos viviendo inmersos en el ciberespacio y en esta época de cambios y ajustes de nuestra sociedad, es común encontrarnos con decisiones en las que la tecnología nos apoya de manera tácita, mas puntualmente existen algoritmos viviendo dentro de nuestros compañeros de día a día bien llamados teléfonos inteligentes, que nos ayudan en decisiones desde a qué hora comenzaremos nuestra jornada hasta algoritmos avanzados (que terminan precediendo la inteligencia artificial) con la que están dotados nuestros asistentes personales de voz como: Cortana, Siri y/o Google Now.

En el campo de la meta heurística nos encontramos con una diversidad de alternativas que nos pueden ayudar con nuestro objeto de estudio, con estos métodos o procedimientos inteligentes no necesariamente producto de un riguroso análisis formal, sino meramente aprovechándonos de conocimiento experto sobre esta tarea. "En particular ocupamos el termino heurístico para referirnos a un procedimiento que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo referente a la calidad de las soluciones y a los recursos empleados". (Melián, Pérez, & Vega, 2003).

Por otra parte hacer referente a las tecnologías limpias, sostenibilidad y cambio climático es tópico de nuestros días. "La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que actualmente hace frente el mundo. Ya sea para el empleo, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos".(ONU, 2015)

Conclusiones

Como se ha mencionado el recurso eólico en México tiene características inusuales en el mundo, por otra parte las preocupaciones a nivel mundial por el tema del cambio climático y la búsqueda de nuevas alternativas de energía limpia y renovable, así como los compromisos adoptados por nuestro país de manera internacional (hacia el 2030) nos ponen de frente ante la necesidad de planificar de manera inteligente nuestros recursos. Es por ello que se considera como una alternativa viable la inclusión de los algoritmos genéticos en el diseño inteligente de parques eólicos dadas las características de las variables a considerar en el cálculo de la determinación del recurso eólico, puesto que el tiempo es un factor determinante ya que tan solo los estudios de medición de las variables nos lleva al menos un año.

Bibliografía

Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. UK: John Murray.

Guillen, O. (2004). *Energías Renovables, Una perspectiva ingenieril*. México, D.F.: Trillas.

Melián, B., Pérez, J., & Vega, J. (2003). Metaheurística: Una visión global. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 7(19), 0.

ONU. (2015). Recuperado el 03 de DICIEMBRE de 2017, de Objetivos de desarrollo sostenible - 17 Objetivos para transformar nuestro Mundo: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Toffler, A. (1980). *La Tercera Ola*. Bogotá: Plaza & Janes. S.A.. Editores.