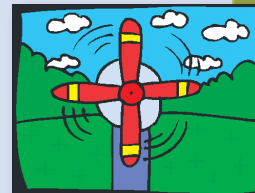


Importa Aplicala.

La Matemática detrás de la Energía eólica renovable



Términos técnicos utilizados:

Sistemas dinámicos, control adaptivo, control lineal, análisis de fatiga, dinámica de fluidos

Usos y aplicaciones:

Incrementar el uso de energía eólica renovable puede reducir la dependencia que tiene la sociedad en combustibles fósiles y recursos naturales limitados. Las turbinas de viento operan en lugares hostiles y a menudo sucumben a la fatiga de los componentes. Caracterizar y entender las interacciones complejas de los componentes de las turbinas puede ayudar a extender la vida operativa de éstas máquinas y bajar el costo total de la energía.

Cómo funciona:

Los aerogeneradores modernos convierten energía cinética eólica a energía eléctrica transfiriendo el esfuerzo de torsión aerodinámico producido en el motor al generador. La energía total disponible para conversión es proporcional al cubo de la velocidad del viento y al cuadrado de la longitud de las palas de la turbina. Para capturar más energía, las turbinas de viento están hechas de palas de rotor largas. Para disminuir el peso total, materiales ligeros y flexibles son comúnmente utilizados en diseños grandes. La dinámica turbinas eólicas flexibles no es lineal y es modelada como un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales. Los coeficientes de estas ecuaciones son, a menudo, escogidos de acuerdo a características conocidas de las turbinas (i.e. distribución de masa, frecuencias naturales de los componentes, etc.)

La energía eléctrica total producida es determinada por la velocidad del generador, la cual está controlada ajustando la inclinación de las aspas para incrementar o disminuir el levantamiento aerodinámico. Cuando una turbina es operada en velocidades de viento menores que su velocidad nominal (la velocidad del viento a la cual la turbina produce su potencia nominal) un control adaptivo no lineal es utilizado para maximizar la energía generada. Para una turbina que opera en velocidades de viento a, o mayor que, su velocidad nominal, los métodos lineales de control de retroalimentación son utilizados para mantener una velocidad constante en el generador y para que la turbina produzca su potencia nominal.

Datos interesantes:

En 1919, Albert Betz, un físico alemán, publicó lo que se conoce como el límite de Betz. Este límite sugiere que el potencial máximo que se puede obtener del rotor de un aerogenerador es 59% de lo disponible. Betz basó su derivación en suposiciones simplificadas sobre las tasas de flujo de masa y diferenciales de presión; los críticos dicen que estas suposiciones son muy simplistas. Sin embargo, aun con los múltiples avances tecnológicos en control de tiempo real y diseño de hoja de perfil aerodinámico desde la publicación original del artículo de Betz, no se ha sabido de ningún aerogenerador que exceda este límite. Actualmente la turbina más grande es la alemana Enercon E-126, la cual produce suficiente energía para mantener más de 1700 casas promedio en los Estados Unidos. El diámetro del rotor de esta turbina es de 126 metros (413 pies). El Departamento de Energía de los Estados Unidos está estudiando la posibilidad de obtener el 20% de la energía nacional del viento para el año 2030. Actualmente sólo el 1% de la energía en los Estados Unidos proviene de fuentes eólicas.

Referencias:

www.nrel.gov/wind • www.20percentwind.org • www.enercon.de

Submitted by Glenn Parker, University of Alabama, Huntsville, third place Math Matters, Apply It! contest, January 2009

