



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

I SEMINARIO DE GRADUACIÓN "PROYECTOS DE CONECTIVIDAD Y REDES DE COMUNICACIÓN, ADMINISTRACIÓN DE REDES Y SERVICIOS, SEGURIDAD INDUSTRIAL, NORMATIVAS DE CALIDAD Y AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA (MECATRÓNICA)"

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA A TRAVÉS DE GENERADORES EÓLICOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Perfil de Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones

AUTORA: SILVIA ELIZABETH MANZANO SANTAMARÍA

AMBATO – ECUADOR

Septiembre- 2009

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA A TRAVÉS DE GENERADORES EÓLICOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA ES SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO", de SILVIA ELIZABETH MANZANO SANTAMARÍA, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 45 del Capítulo III Seminarios, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, septiembre 2009

EL TUTOR

Ing. JUAN PABLO PALLO

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA A TRAVÉS DE GENERADORES EÓLICOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA ES SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato abril 20, 2009

SILVIA ELIZABETH MANZANO SANTAMARÍA

CC: 180374218-6

DEDICATORIA:

*Quiero dedicar este proyecto a mis
Padres por haber confiado en mí
Y que gracias a su sacrificio y
apoyo incondicional en cada momento
de mi vida supieron guiarme a base
de amor y esfuerzo y han hecho
posible la culminación de mi carrera.*

Silvia Manzano

AGRADECIMIENTO:

A Dios por haberme dado salud y vida para hacer este Sueño realidad de ser una profesional. En Especial por haberme hecho crecer como persona Y como mujer. Y sobretodo quiero darle las gracias a una persona muy importante la cual estuvo ahí dándome su apoyo incondicional para cumplir mis objetivos y que nunca me rinda gracias mi amor por todo.

También a mis maestros, por haberme Brindado su guía y sabiduría en el desarrollo de este trabajo. A la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por haberme acogido en sus aulas.

Silvia Manzano

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Página de título o portada.....	i
Página de aprobación del tutor.....	ii
Página de autoría.....	iii
Página de dedicatoria.....	iv
Página de agradecimiento.....	v
Índice general de contenidos.....	vi
Resumen Ejecutivo.....	iv

B. TEXTO

Introducción.....	x
-------------------	---

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	11
1.2 Planteamiento del Problema.....	11
1.2.1 Contextualización.....	11
1.2.2 Análisis Crítico.....	12
1.2.3 Prognosis.....	13
1.3 Formulación del Problema.....	13
1.3.1 Preguntas Directrices.....	13
1.3.2 Delimitación del Problema.....	14
1.4 Justificación.....	14

1.5	Objetivos de la Investigación	
1.5.1	Objetivo General.....	14
1.5.2	Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO		
2.1	Antecedentes Investigativos	16
2.2	Fundamentación Legal.....	16
2.3	Fundamentación Teórica.....	18
2.4	Variables	
2.4.1	Variable Independiente.....	37
2.4.2	Variable Dependiente	37
2.5	Hipótesis.....	37
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		
3.1	Enfoque.....	38
3.2	Modalidad básica de la investigación	
3.2.1	Investigación bibliográfica-documental.....	38
3.2.2	Investigación de Campo.....	38
3.3	Nivel o tipo de investigación	
3.3.1	Exploratorio y Descriptivo.....	38
3.4	Población y muestra	
3.4.1	Población.....	39
3.4.2	Muestra.....	39
3.5.1	Operacionalización de variables.....	39

Capítulo IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	40
4.2 Recomendaciones.....	41

CAPÍTULO V. PROPUESTA

5.1 Datos Informativos.....	42
5.2 Antecedentes de la propuesta.....	43
5.3 Justificación.....	51
5.4 Objetivos	
5.4.1 Objetivo general.....	52
5.4.2 Objetivos específicos.....	52
5.5 Análisis de Factibilidad.....	52
5.6 Fundamentación.....	52

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1.- Bibliografía.....	81
2.- Anexos.....	83

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente en nuestro país estamos ante una crisis energética. Es por ello que me e propuesto brindar un servicio de provisión de energía a la medida de las necesidades que tiene la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial y respetando al medio ambiente. Es decir, puede servir tanto para abastecer grupos de facultades, así como ahorro del consumo de red en dicha facultad.

En este proyecto se propone el desarrollo y construcción de un generador eólico.

Como principales ventajas desde el punto de vista técnico, el producto que se quiere desarrollar es simple y de bajo mantenimiento. Es simple porque genera a tensión y frecuencia variable, de acuerdo al uso que se le quiere dar a la energía eléctrica que produce se le incorporan los accesorios correspondientes. Es de bajo mantenimiento porque no cuenta con partes móviles de altas velocidades.

El generador eólico está controlado por un sistema electrónico central que tiene programadas las secuencias de funcionamiento ante las distintas circunstancias.

Esto significa que recibe todas las señales de los sensores que componen el generador eólico y de acuerdo al programa incorporado emite señales de salida, tales como conectarse, desconectarse, frenar su velocidad a cero ante un desperfecto, giro para orientarse de frente al viento, etc.

El generador eólico está provisto de sistemas de seguridad que evitan daños sobre los componentes.

En el caso que la velocidad del viento supera la velocidad de diseño y que ponen en riesgo al generador, este posee un sistema de freno eléctrico – mecánico y un respaldo mecánico - hidráulico que baja la velocidad a cero y por otra parte emite una señal al sistema de giro de modo de tomar una posición de 90° respecto del viento para de este modo evitar esfuerzos mayores.

INTRODUCCIÓN

El sector energético es prioritario pues contribuye con más de la mitad de los ingresos para el presupuesto del país, el aprovechamiento de las fuentes renovables como son la solar, la eólica, la geotermia, la hidroelectricidad y la biomasa han sido muy débiles y hasta el momento no se ha podido emprender en estos proyectos.

La producción de energía eléctrica en el Ecuador proviene en un 46% de plantas hidroeléctricas, un 46% de centrales termoeléctricas que queman diesel, bunker y recientemente gas natural y se importa un 8% de Colombia. El uso de combustibles fósiles tiene un serio impacto en el ambiente y es uno de las principales causas del calentamiento global.

El desarrollo de la energía eólica en la última década ha sido igualmente impresionante. Solamente en el año 2003 se instalaron 8.133 MW en plantas eólicas en el mundo.

El uso de las fuentes de energía limpia para sustituir a los combustibles fósiles en el transporte es una medida viable para nuestro país. Mediante la producción de biocombustibles como el etanol, el biodiesel o el aceite vegetal provenientes de plantaciones agrícolas se puede disminuir la dependencia en las gasolinas y el diesel, y mejorar las condiciones de trabajo en el agro. Las energías renovables tienen un amplio espectro de utilización, tanto como un medio de sustitución como para nuevas soluciones a la energía convencional.

En el Ecuador se ha identificado un alto potencial de la energía del viento o energía eólica. La especial geografía del país con zonas bajas calientes en la costa y en el oriente que producen corrientes térmicas al chocar con los aires fríos de la cordillera de los Andes favorecen la formación de vientos continuos con posibilidad de uso comercial. Esta tecnología puede ser aprovechada tanto en zonas rurales como en ciudades y pequeños poblados.

CAPITULO I

TEMA:

Diseño un sistema de energía a través de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

EL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Un sistema eólico surge por aprovechamiento del hombre de la energía del viento. Antiguamente se utilizó para propulsar naves marinas y mover molinos de grano, hoy se emplea sobre todo para generar energía limpia y segura.

En la actualidad, un sistema eólico es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores, a finales de 2007, la eólica generó alrededor del 1% del consumo de electricidad mundial, representa alrededor del 19% de la producción eléctrica en Dinamarca, 9% en España y Portugal, y un 6% en Alemania e Irlanda.

La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni a la lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes. Cada Kw.h de electricidad, generada por energía eólica en lugar de carbón, evita la emisión de un Kilogramo de dióxido de carbono CO₂ a la atmósfera.

La energía eólica está conociendo un crecimiento importante a escala mundial. Actualmente se calculan unos 30.000 generadores eólicos repartidos por el planeta.

La industria eólica emplea directamente a más de 4.000 personas y existen unas 30 empresas para la fabricación de aerogeneradores, es la fuente de energía que más rápidamente está creciendo en el mundo, con ventas mundiales superiores a 2.000 millones de dólares. En España se han creado

más de 5.000 empleos directos e indirectos en la industria eólica, en las 175 empresas del sector eólico.

El desarrollo tecnológico ha permitido que el coste del kilovatio eólico instalado haya descendido desde los 2.600 dólares de 1981 a los 750 dólares actuales, lo que la convierte en una fuente competitiva, incluso sin contabilizar los costes ambientales de otras fuentes, también podría suministrar dentro de 20 años más del 10% de la electricidad mundial, y a largo plazo puede superar a la energía hidráulica, que actualmente suministra el 23% de la electricidad mundial.

El Ecuador cuenta con un parque eólico en galápagos el cual es un sistema que provee entre 60 y 80 por ciento de las necesidades energéticas de San Cristóbal, la segunda isla más poblada de Galápagos.

Las Islas Galápagos están protegidas por su increíble fauna autóctona, así que el hecho de que se pasen a las energías renovables para dejar de contaminar esa región privilegiada.

Este nuevo complejo energético generará 2.5 MWATS de energía, con lo que se reducirá casi en un 50 por ciento el consumo de combustibles en el archipiélago, pero es la única provincia del Ecuador que dispone de esta tecnología.

Debido a sus ventajas las autoridades eléctricas de Galápagos y del Ministerio de Energía y Minas, estudian un plan para adquirir generadores térmicos de última generación, ahorradores y de bajo impacto, para reemplazar los actuales, ya que la generación eólica siempre trabaja en combinación con la generación térmica.

1.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Para el diseño de un sistema de energía eólica a través de aerogeneradores en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato de debe tomar en cuenta unas de las múltiples causas para la realización de dicho proyecto estas pueden ser el factor económico, desconocimiento del tema, equipos a utilizar muy grandes, las cuales pueden producir un Impacto visual ya que su instalación genera una alta modificación del paisaje, también puede causar un Impacto sonoro ya que el roce de las palas con el aire produce un ruido constante.

Otra consecuencia es tomar en cuenta la velocidad mínima en el viento para poder mover las aspas ya que existe también una limitación superior: una máquina puede estar generando al máximo de su potencia, pero si el viento aumenta para sobrepasar las especificaciones del molino, es obligatorio desconectar ese circuito de la red o cambiar la inclinación de las aspas para que dejen de girar, puesto que con viento de altas velocidades la estructura puede resultar dañada por los esfuerzos que aparecen en el eje.

1.3 PROGNOSIS

Al no dar solución a los problemas que se presentan en el sistema de energía y se sigue utilizando equipos a base de combustibles o hidroeléctricos va a afectar especialmente a las empresas en general que trabajan con este tipo de energía y cuya producción va a tener un costo más elevado que incide directamente de los consumidores a más de esto a largo tiempo el impacto ambiental porque se está afectando al sistema ecológico y terminando con estos recursos no renovables, además el ruido que producen los generadores afectaría la salud de quienes trabajan en estos lugares.

Por lo que se hace necesario desarrollar un sistema de energía alternativa donde se reemplazaría los combustibles y lo hidroeléctrico por el viento a través de generadores eólicos.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué incidencia tiene un sistema para generar energía a través de generadores eólicos en la FISEI?

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

1.5.1 ¿Puede el viento contribuir a futuro de forma significativa a la producción de electricidad?

1.5.2 ¿Se logrará obtener beneficios a futuro con el desarrollo de energía eólica?

1.5.3 ¿Se logrará disminuir la contaminación ambiental que existe actualmente?

1.5.4 ¿La energía eólica puede ser utilizada en la FISEI?

1.5.5 ¿Es seguro un sistema de energía eólica ?

1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación relacionada a obtener energía a través de generadores eólicos se desarrollará en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

El periodo comprendido para el desarrollo del proyecto se lo realizara desde el 10 de Noviembre del 2008 hasta el 30 de Marzo del 2009 que representa una duración de 4 meses.

En el desarrollo de la investigación se trabajara con una población de ocho personas.

1.7 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo investigativo busca desarrollar un sistema de energía a través de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial para disminuir los costos de consumo de energía.

El desarrollo del proyecto es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde, sin embargo; el principal inconveniente es su intermitencia, es decir que al investigar este proyecto se debe conocer las variaciones diurnas y nocturnas, las estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo.

El presente trabajo permitirá aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Electrónica y Comunicaciones, además será un aporte tecnológico y novedoso que beneficiara a todos los que conforman dicha facultad.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo General

1.8.1.1 Diseñar un sistema de energía a través de generadores eólicos en la F.I.S.E.I. de la Universidad Técnica de Ambato.

1.8.2 Objetivos Específicos

1.8.2.1 Estudiar los parámetros requeridos que se necesitan para el desarrollo del proyecto.

1.8.2.2 Conocer todos los beneficios que nos proporcione la energía eólica.

1.8.2.3 Analizar la energía eólica como un recurso que puede ser utilizado para disminuir el consumo de energía.

1.8.2.4 Crear un sistema de energía a través de un recurso renovable que sea seguro y fácil implementación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Previa a la investigación realizada se encontró un proyecto en el marco del Proyecto Meteorología e Impacto Social Ambiental en Centro América y México y del Programa Estudios Sociales de la Ciencia, la Técnica y el Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Geofísicas(CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica y en el que también colaboran la Escuela de Historia y el Centro de Investigaciones Históricas de América Central (CIHAC) de dicha universidad, cuyo estudio estuvo a cargo de RONALD EDUARDO DÍAZ BOLAÑOS cuyas conclusiones se refieren a:

La apertura de los centros de producción eólica en Costa Rica lo cual ha permitido desarrollar nuevas fuentes de producción de energía eléctrica alternativa a la proporcionada por las plantas térmicas y las represas hidroeléctricas, aumentando levemente la capacidad de generación de energía del país y cuyos resultados positivos ha planteado la posibilidad de expandir dicha experiencia a otras zonas del país y de Centroamérica, pese a las dificultades económicas y tecnológicas que esta actividad acarrea y como se ha analizado a través del análisis histórico de la experiencia costarricense, donde intervino el capital privado para instalar parques eólicos antes que lo hiciera la misma empresa estatal.

Estas conclusiones serán consideradas para el presente trabajo investigativo.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

NORMAS LEGALES

Instalaciones con energía eólica

Artículo 1.- Generalidades

En el aprovechamiento y desarrollo de los recursos energéticos y renovables esta contemplada la adopción de las nuevas tecnologías para lograr su transformación a otras formas de energía como es de la eólica a la de suministro de electricidad u otras formas de transformación de la energía.

Las instalaciones con energía eólica de pequeño tamaño, pueden ser usadas para la electrificación de unidades de vivienda en zonas rurales aisladas o difícilmente alcanzable por la red convencional. Como centros comunales, escuelas, postas médicas, infraestructuras turísticas en el campo, así como usuarios cercanos a zonas ventiladas u otros.

Artículo 2.- Instalaciones eólicas de pequeño tamaño

No existe una clasificación convencional que defina las instalaciones micro-eólicas, pero son máquinas parecidas a los aerogeneradores o turbinas eólicas más grandes, de tecnología diferente a las máquinas de medio y gran tamaño, y que generalmente se utilizan para producir energía eléctrica para autoconsumo, es decir están destinadas a cubrir las necesidades energéticas de sus promotores; mientras que las de tamaño mas grande una parte de la energía producida a toda se destina a la venta.

La mayoría de los micro generadores eólicos es de tres paletas (pueden ser de uno o dos) de eje horizontal, también hay micro-eólicas de eje vertical.

La implantación de las instalaciones estarán condicionadas al cumplimiento de requisitos, determinaciones o limitaciones relativas a:

- La distancia máxima a la que deben localizarse las instalaciones respecto al lugar de consumo.
- La posibilidad y condiciones para completar las instalaciones con otro tipo de fuente de energía.
- La potencia permitida en función de las necesidades estimadas de consumo.
- De instalarse cerca de los usuarios debe evaluarse el impacto acústico; para reducir el ruido hay que seleccionar bien el modelo del micro generador eólico y el lugar de montaje.

El proyecto de la instalación del micro generador eólico deberá ser puesto en conocimiento a la autoridad Competente y debe cumplir con el Código nacional de Electricidad y normas técnicas complementarias.

2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

ENERGÍA

El término energía tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento. En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural y la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial o económico del mismo.

El concepto de energía en física

La energía es una magnitud física abstracta, ligada al estado dinámico de un sistema cerrado y que permanece invariable con el tiempo. También se puede definir la energía de sistemas abiertos, es decir, partes no aisladas entre sí de un sistema cerrado mayor. Un enunciado clásico de la física newtoniana afirmaba que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Energía en diversos tipos de sistemas físicos

Todos los cuerpos, poseen energía debido a su movimiento, a su composición química, a su posición, a su temperatura, a su masa y a algunas otras propiedades. En las diversas disciplinas de la física y la ciencia, se dan varias definiciones de energía, por supuesto todas coherentes y complementarias entre sí, todas ellas siempre relacionadas con el concepto de trabajo.

Física clásica

En mecánica:

- **Energía mecánica**, que es la combinación o suma de los siguientes tipos:
- **Energía cinética**: debida al movimiento.
- **Energía potencial** la asociada a la posición dentro de un campo de fuerzas conservativo como por ejemplo:

Energía potencial gravitatoria

- **Energía potencial elástica**, debida a deformaciones elásticas. También una onda es capaz de transmitir energía al desplazarse por un medio elástico.

En electromagnetismo:

Energía electromagnética que se compone de:

- Energía radiante
- Energía calórica
- Energía potencial eléctrica.

En termodinámica:

Energía interna, suma de la energía mecánica de las partículas constituyentes de un sistema

Energía térmica

Química

En química aparecen algunas formas específicas no mencionadas anteriormente:

- **Energía de ionización**, una forma de energía potencial, es la energía que hace falta para ionizar una molécula o átomo.
- **Energía de enlace** es la energía potencial almacenada en los enlaces químicos de un compuesto. Las reacciones químicas liberan o absorben esta clase de energía, en función de la entalpía y energía calórica.

Energía potencial

La energía potencial puede pensarse como la energía almacenada en un sistema, o como una medida del trabajo que un sistema puede entregar. Más rigurosamente, la energía potencial es una magnitud escalar asociada a un campo de fuerzas (o como en elasticidad un campo tensorial de tensiones). Cuando la energía potencial está asociada a un campo de fuerzas, la diferencia entre los valores del campo en dos puntos A y B es igual al trabajo realizado por la fuerza para cualquier recorrido entre B y A.

La energía potencial puede definirse solamente cuando existe un campo de fuerzas es conservativa, es decir, que cumpla con alguna de las siguientes propiedades:

El trabajo realizado por la fuerza entre dos puntos es independiente del camino recorrido.

El trabajo realizado por la fuerza para cualquier camino cerrado es nulo.

Cuando el rotor de F es cero (sobre cualquier dominio simplemente conexo).

Magnitudes relacionadas

La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo. Energía y trabajo son equivalentes y, por tanto, se expresan en las mismas unidades. El calor es una forma de energía, por lo que también hay una equivalencia entre unidades de energía y de calor. La capacidad de realizar un trabajo en una determinada cantidad de tiempo es la potencia.

La energía como recurso natural

En tecnología y economía, una fuente de energía es un recurso natural, así como la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial y económico del mismo. La energía en sí misma nunca es un bien para el consumo final sino un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios. Al ser un bien escaso, la energía es fuente de conflictos para el control de los recursos energéticos.

ENERGIAS CONVENCIONALES O NO RENOVABLES:

Un ejemplo de este tipo de energía es: el carbón, el petróleo, el gas natural, el uranio y el agua de una presa.

La ventaja principal de las energías no renovables es que producen mucha cantidad de energía por unidad de tiempo y también que hay una distribución regular de fuentes de energía por todo el planeta.

Los inconvenientes son más problemáticos, entre los más importantes podemos destacar:

El efecto invernadero. Consiste en la elevación de temperatura que experimenta la atmósfera terrestre a causa de la presencia de ciertos gases llamados gases de invernadero, emitidos en las reacciones de combustión. Estos gases son:

- Dióxido de carbono (CO₂)

- Vapor de agua (H₂O)
- Metano (CH₄)
- Monóxido de dinitrógeno (N₂O)
- Ozono (O₃)

Si la emisión de estos gases no se controla, se producirá dentro de unos veinte años se producirá un aumento de 2 grados en la temperatura del planeta. Esto causará el deshielo de los polos.

El efecto nocivo de las radiaciones: si se produce algún escape de las centrales nucleares.

Los residuos radioactivos.

ENERGIAS ALTERNATIVAS

Una energía alternativa, o más precisamente una *fuentes de energía alternativa* es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener dicha energía. Estas son las energías alternativas.

La biomasa por descomposición de residuos orgánicos o bien por su quema directa como combustible.

La discusión energía alternativa/convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse durante este siglo. Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación, por tanto incluso

aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con este modelo económico basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto del Desarrollo sostenible.

Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

El uso de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas terminarán agotándose, según los pronósticos actuales, en el transcurso de este siglo XXI.

El uso de fuentes limpias, abandonando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.

La explotación extensiva de las fuentes de energía, proponiéndose como alternativa el fomento del auto consumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.

La disminución de la demanda energética, mediante la mejora del rendimiento de los dispositivos eléctricos (electrodomésticos, lámparas, etc.)

Reducir o eliminar el consumo energético innecesario. No se trata sólo de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarro.

La producción de energías limpias, alternativas y renovables no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver abocado, independientemente de nuestra opinión, gustos o creencias.

Entre algunas de las energías alternativas tenemos:

- **Energía Solar**

Se puede considerar el origen de casi todas las demás energías. De las energías renovables es la que tiene más futuro y la que va a durar por más tiempo y la que seguro que no se va a agotar.

La aplicación principal de la energía solar es el calentamiento de agua para el uso de casa. Esto se produce gracias a unos plafones solares que se colocan en la parte superior del edificio; tienen una capa de vidrio que permite la entrada de las radiaciones del sol. Por el interior de los plafones circula agua fría, la cual se calentará a medida que las radiaciones aumenten, entonces esta agua, pasara a depositarse en un tanque.

La energía solar se convierte en energía eléctrica por las células fotovoltaicas (solares).

Energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión . Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

Energía Solar Térmica

Un sistema de aprovechamiento de la energía solar muy extendido es el térmico. El medio para conseguir este aporte de temperatura se hace por medio de colectores.

El colector es una superficie, que expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido. Existen tres técnicas diferentes entre sí en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora. De esta manera, los podemos clasificar como:

Baja temperatura, captación directa, la temperatura del fluido es por debajo del punto de ebullición.

Media temperatura, captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 100°C.

Alta temperatura, captación de alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 300°C.

Energía Solar Fotovoltaica

El sistema de aprovechamiento de la energía del Sol para producir energía eléctrica se denomina conversión fotovoltaica.

Las células solares están fabricadas de unos materiales con unas propiedades específicas, denominados semiconductores.

- **Energía Hidráulica**

Se utiliza principalmente para producir energía eléctrica. La energía potencial del agua en su nivel más alto se va perdiendo a medida que el nivel del agua disminuye; el agua gana energía cinética, la cual llega a una turbina de rotación que acciona un generador y produce energía eléctrica.

Se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla.

El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. Es por tanto, un recurso renovable y autóctono. El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina central hidroeléctrica.

Hoy en día, con los problemas medioambientales, se ven las cosas desde otra perspectiva. Esto ha hecho que se vayan recuperando infraestructuras abandonadas dotándolas de nuevos equipos automatizados y turbinas de alto rendimiento. En consecuencia, el impacto ambiental no es más del que ya existía o por lo menos inferior al de una gran central.

- **Energía De Las Mareas**

Los mares y los océanos son inmensos colectores solares, de los cuales se puede extraer energía de orígenes diversos.

La radiación solar incidente sobre los océanos, en determinadas condiciones atmosféricas, da lugar a los gradientes térmicos oceánicos (diferencia de temperaturas) a bajas latitudes y profundidades menores de 1000 metros.

La iteración de los vientos y las aguas son responsables del oleaje y de las corrientes marinas.

La influencia gravitacional de los cuerpos celestes sobre las masas oceánicas provoca mareas.

La energía estimada que se disipa por las mareas es del orden de 22000 TWh. De esta energía se considera recuperable una cantidad que ronda los 200 TWh.

El obstáculo principal para la explotación de esta fuente es el económico. Los costes de inversión tienden a ser altos con respecto al rendimiento, debido a las bajas y variadas cargas hidráulicas disponibles. Estas bajas cargas exigen la utilización de grandes equipos para manejar las enormes cantidades de agua puestas en movimiento. Por ello, esta fuente de energía es sólo aprovechable en caso de mareas altas y en lugares en los que el cierre no suponga construcciones demasiado costosas.

La limitación para la construcción de estas centrales, no solamente se centra en el mayor coste de la energía producida, si no, en el impacto ambiental que generan.

La mayor central mareomotriz se encuentra en el estuario del Rance (Francia). Ver figura 2.



Figura 1. Energía De Las Mareas

- **Energía térmica oceánica**

La explotación de las diferencias de temperatura de los océanos ha sido propuesta multitud de veces, desde que d'Arsonval lo insinuara en el año 1881, pero el más conocido pionero de esta técnica fue el científico francés George Claudi, que invirtió toda su fortuna, obtenida por la invención del tubo de neón, en una central de conversión térmica.

La conversión de energía térmica oceánica es un método de convertir en energía útil la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua que se

encuentra a 100 m de profundidad. En las zonas tropicales esta diferencia varía entre 20 y 24 °C. Para el aprovechamiento es suficiente una diferencia de 20°C.

Las ventajas de esta fuente de energía se asocian a que es un salto térmico permanente y benigno desde el punto de vista medioambiental. Puede tener ventajas secundarias, tales como alimentos y agua potable, debido a que el agua fría profunda es rica en sustancias nutritivas y sin agentes patógenos.

- **Energía de las olas**

Las olas del mar son un derivado terciario de la energía solar. El calentamiento de la superficie terrestre genera viento, y el viento genera las olas. Únicamente el 0.01% del flujo de la energía solar se transforma en energía de las olas. Una de las propiedades características de las olas es su capacidad de desplazarse a grandes distancias sin apenas pérdida de energía. Por ello, la energía generada en cualquier parte del océano acaba en el borde continental. De este modo la energía de las olas se concentra en las costas, que totalizan 336000 km de longitud. La densidad media de energía es del orden de 8 kW/m de costa. Las distribuciones geográficas y temporales de los recursos energéticos de las olas están controladas por los sistemas de viento que las generan (tormentas, alisios, monzones). Ver figura 2



Figura 2. Energía de las olas

La densidad de energía disponible varía desde las más altas del mundo, entre 50-60 kW/m en Nueva Zelanda, hasta el valor medio de 8 kW/m.

- **La Biomasa**

La biomasa es el conjunto de plantas y materiales orgánicos de los cuales podemos obtener energía. La leña está considerada una de las primeras fuentes de energía conocidas. Hoy en día es peligroso el consumo de leña como combustible ya que existe un gran peligro de deforestación de los bosques. Por eso se suele utilizar materiales orgánicos y plantas con un rápido crecimiento para el uso como combustible.

La basura de materia orgánica, agrícola, industrial o doméstica contiene energía que puede ser utilizada para quemar o para fermentar en ausencia de aire en biogeneradores. De ésta manera se obtiene un gas llamado biogás que se utiliza como combustible en muchos países como en China o en Europa.

- **Energía Geotérmica**

La energía geotérmica consiste en aprovechar la energía térmica del interior de la Tierra. El interior de la Tierra es caliente como consecuencia de la fusión de las rocas. Se han encontrado rocas a más de 200°C. El agua caliente también sale al exterior por grietas de las rocas.

La utilización de esta energía se puede hacer:

Utilizando directamente el agua caliente que sale de la Tierra y se conduce a las casas para el uso doméstico.

Mediante una central geotérmica. Ésta central aprovecha el agua caliente de las rocas. Para hacerlo se introduce agua fría al interior de la Tierra, entonces se pone en contacto con las rocas calientes y se hace subir a la superficie mediante una bomba. Ésta agua será utilizada para producir electricidad.

Hay centrales geotérmicas en Japón, Italia y EUA.

- **Energía Eólica**

Energía eólica es la energía obtenida del viento, o sea, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia.

Cómo se produce y obtiene

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales.

Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviana y se eleva. El aire más frío y más pesado que proviene de los mares, océanos y grandes lagos se pone en movimiento para ocupar el lugar dejado por el aire caliente.

Parque eólico

Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas y estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos ocurridos en series históricas de datos con una duración mínima de 20 años. Es también importante conocer la velocidad máxima del viento. Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima de 12 km/h, y que no supere los 65 km/h.³

La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores), ver figura 3, capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operatrices, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, (que comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red) es conocido como aerogenerador.



Figura 3. Parque eólico

La baja densidad energética, de la energía eólica por unidad de superficie, trae como consecuencia la necesidad de proceder a la instalación de un número mayor de máquinas para el aprovechamiento de los recursos disponibles. El ejemplo más típico de una instalación eólica está representada por los "parques eólicos" (varios aerogeneradores implantados en el territorio conectados a una única línea que los conecta a la red eléctrica local o nacional).

En la actualidad se utiliza, sobre todo, para mover aerogeneradores. En estos la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos.

APLICACIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover barcos o las aspas de los molinos utilizados para moler el grano y bombear agua.. Pero la energía eólica como producción de electricidad, aparece a principios del siglo XX.

Una de las primeras aplicaciones de la energía eólica, y quizás la más conocida, es el bombeo de agua. Para este tipo de aplicación, se usan turbinas de baja potencia, y la velocidad del viento no es necesario que sea muy elevada, y al tener una velocidad de rotación baja, los molinos tienen un mayor número de

palas, entre 12 y 14 palas. Este tipo de aerogenerador se diseña así ya que la energía eólica es variable en el tiempo y de este modo el bombeo se puede realizar en cualquier momento, permitiendo un almacenamiento sencillo del agua bombeada en un depósito. En estos sistemas hay que tener en cuenta que las características de la turbina eólica, debe ser acorde a las características de la bomba con la que trabaja. Existe otro sistema para el bombeo de agua que consiste en utilizar la potencia eólica para convertirla en potencia eléctrica, y con este sistema eléctrico, bombear suficiente agua para poblaciones y/o sistemas de riego de pequeña escala.

Otra aplicación muy favorable de la energía eólica, es el uso para sistemas eléctricos aislados, zonas que al estar muy aisladas y ser de difícil acceso, no es posible hacerles llegar la energía por la línea convencional. La forma tradicional de obtener energía en estas zonas ha sido por medio de generadores diesel y una alternativa pueden ser pequeñas instalaciones eólicas generadoras de electricidad. Estas instalaciones son la fuente de electricidad más económica en estas situaciones, con un coste de instalación y mantenimiento barato en comparación con otros sistemas, contando con un pequeño aerogenerador, y un sistema de baterías en el que almacenar la energía producida para dar servicio cuando se requiera. Cuando varios usuarios próximos entre sí, recurren a este sistema, resultará más ventajoso instalar un sistema eólico centralizado, que ofrezca ventajas desde el punto de vista técnico y económico. Así un sistema eólico centralizado puede cubrir la demanda energética de una comunidad, produciendo, almacenando y transformando la electricidad, electricidad que se distribuirá a través de líneas eléctricas a cada uno de ellos.

La aplicación más conocida de los aerogeneradores es la producción de electricidad a gran escala, agrupándolos en los llamados parques eólicos. Ver figura 4. Estos parques eólicos, suelen instalarse en zonas rurales o marinas en las que se suelen instalar un número elevado de turbinas, siendo el número dependiente de la superficie disponible y de las características del viento. Estos aerogeneradores se conectan directamente a la red eléctrica. Otras aplicaciones de la energía eólica pueden ser el alumbrado público de carreteras, la desalinización o el hidrógeno verde de los que ya hablaremos en posteriores entradas.



Figura 4. Aplicaciones de la energía eólica

Sus aplicaciones más comunes son en sistemas de telecomunicación y en sistemas aislados para viviendas.

La capacidad generatriz de un generador eólico excede la de un sistema solar y su costo es solo una fracción de este. Por esta razón la energía eólica se ha convertido en una atractiva fuente de generación de que produce grandes ahorros y cuya inversión es pagadera en el corto o mediano plazo.

Incluso a grande escala la energía eólica es competitiva frente a fuentes convencionales de energía como la hidro energía y la térmica. En la actualidad se construyen grandes “parques” eólicos con generadores de 1 a 2 megavatios de potencia (70 m de diámetro y torres de más de 150 metros de altura). España, Alemania y Dinamarca son los países que presentan un mayor crecimiento con instalaciones anuales que superan los 2500 megavatios.

Esquema Básico del Sistema:

La energía producida por el generador eólico y los paneles solares se almacena en el banco de baterías. El generador eólico transforma la energía del viento en corriente directa a 12 o 24 voltios DC y se conecta directamente al banco de baterías. Posee un sofisticado regulador electrónico de voltaje que vigila permanentemente el estado de carga de las baterías, mantiene un riguroso control sobre su velocidad de giro y compensa las pérdidas de tensión en la línea de conducción. Ver figura 5

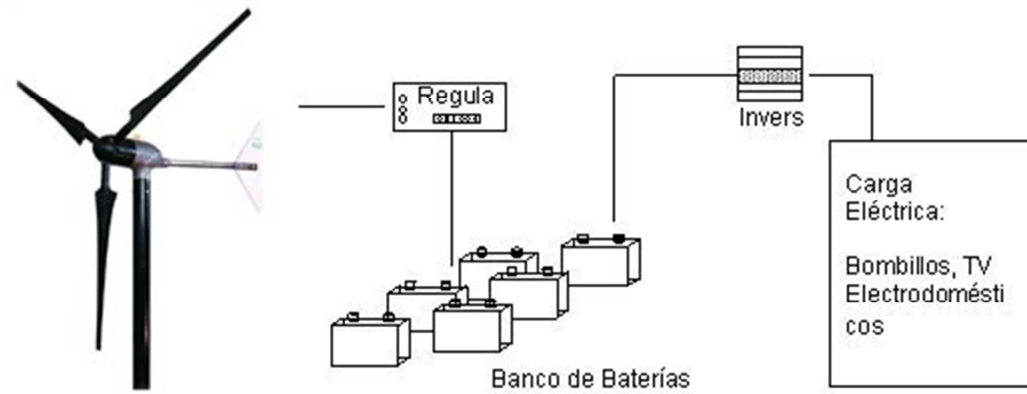


Figura 5. Esquema Básico del Sistema

Capacidad del Sistema:

La autonomía del sistema puede ser estimada de acuerdo a las tablas de potencia suministradas por el fabricante o mediante curvas estadísticas como la distribución de Raleigh. La siguiente tabla 1 resume la potencia esperada de un generador de 1000 vatios bajo diferentes regímenes de viento.

Velocidad promedio del viento (mph)	Descripción	Estimado en KWH/mes	Estimado en KWH/día
8	Brisa suave intermitente	60	2.0
9	Brisa suave y constante	90	3.0
10	Brisa moderada intermitente	125	4.2
11	Brisa moderada constante	160	5.3
12	Brisa moderada a fuerte intermitente	190	6.3
13	Brisa moderada a fuerte constante	215	7.2
14	Brisa fuerte	265	8.8

Tabla 1. Capacidad del Sistema

Torres:

El generador eólico se instala a campo abierto en una torre tensada (inclinable) de tubería de hierro galvanizada de 3". Es necesario tender red eléctrica entre el generador y el centro de consumo. Ver figura 6



Figura 6. Torres

Usos: Telecomunicaciones y sistemas híbridos

La energía eólica ha probado ser más confiable que la energía solar en cerros altos y nublados que generalmente presentan buen régimen de vientos. Adicionalmente un generador eólico ofrece mayor resistencia al hurto pues no es una tecnología conocida y es más difícil de desmontar.

La energía eólica también es una mejor alternativa que la generación DIESEL especialmente donde el acceso es dificultoso, costoso o distante.

Sistemas Híbridos:

El recurso eólico es variable y puede tener periodos de quietud. La energía solar es un perfecto complemento a la energía eólica en la medida en que ofrece una carga básica en estos periodos. Ver figura 7. Comunes en aplicaciones comerciales o en aplicaciones residenciales



Figura 7. Sistemas Híbridos

GENERADOR EÓLICO

Aerogeneradores: Energía Accesible.

Los aerogeneradores, tienen diversas aplicaciones específicas, ya sea eléctricas o de bombeo de agua, mediante el aprovechamiento y transformación de energía eólica en energía mecánica. Se entiende por energía eólica a los vientos que existen en el planeta producto de fenómenos que se estudiarán más adelante.

Los generadores eólicos pueden generar corriente las 24 horas del día (obviamente si hay suficiente fuerza de viento), mientras que los paneles solares solo tendrán un rendimiento adecuado en las horas de máxima insolación.

Cuando elija un generador eólico tenga presente el nivel de ruido que crea al girar su hélice a toda velocidad. Algunos hacen un ruido muy molesto al girar sus alabes en vientos importantes. Por tanto la cuestión reside en encontrar un generador que tenga una respuesta de corriente aceptable pero sin que pueda llegar a molestar su ruido al girar al viento. Una causa de vibración importante puede venir del hecho de tener las palas desequilibradas, por tanto es importante tener perfectamente ajustado el equilibrio todo el conjunto de la hélice.

Esta energía, es inagotable, no contamina; y aunque la instalación de uno de estos aparatos es relativamente costosa y morosa, a la larga se sentirán los resultados positivos, especialmente en el campo económico. Ver figura 8

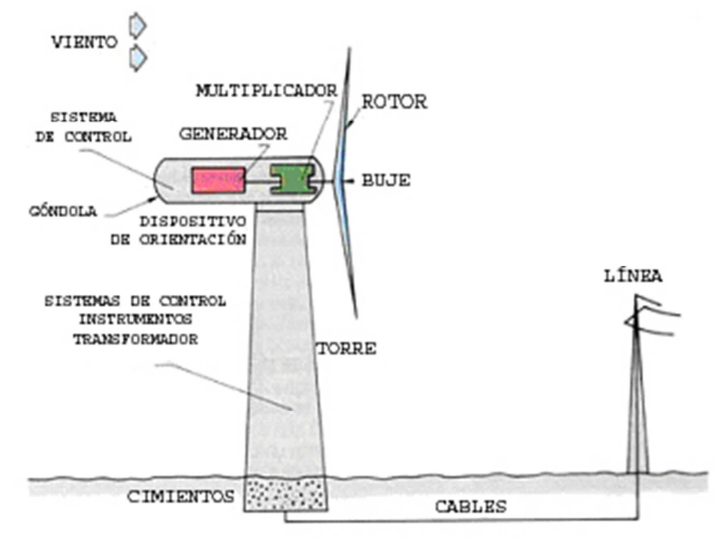


Figura 8. Esquema de aerogenerador y de una instalación eólica

Un punto que vale hacer notar, es la autonomía frente a la fuente más cercana accesible, que en este caso es la Empresa Nacional de Energía (ENDE). Esta última no siempre se presenta en los pueblos alejados, por el costo que supone instalar una red hacia aquellos.

El rendimiento de los aerogeneradores

El rendimiento de las máquinas eólicas depende de la *intensidad del viento*: a igualdad de diámetro de las palas, al aumentar la velocidad del viento, la potencia teóricamente extraíble aumenta de manera más que proporcional.

Por lo tanto, antes de decidir instalar un sistema eólico es indispensable conocer bien las características del viento en el lugar en el que se piensa instalar los aerogeneradores. Estos conocimientos se obtienen realizando preventivamente un atento estudio de la frecuencia, de la velocidad, de la duración y de la dirección del viento.

La intensidad del viento depende de las características orográficas del terreno. Una circunstancia fundamental es la rugosidad del terreno: en llanura o en el mar el viento sopla con intensidad mayor que en el campo o en los alrededores de las ciudades. Otro elemento a tener en cuenta es la altura del terreno: cuanto más se sube mayor es la velocidad del viento

Las máquinas eólicas funcionan dentro de parámetros mínimos y máximos de la velocidad del viento. En línea general, como se indica en la figura 9:

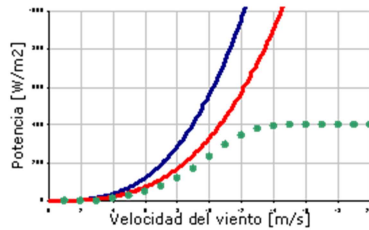


Figura 9. Potencia extraíble por metro cuadrado de área cubierta por el rotor.

Pueden ser activados con viento variable de 2 a 4 m/s (*velocidad de cut-in*)

Cuando el viento alcanza la velocidad de 10–14 m/s (*velocidad de corte o nominal*), se activa un dispositivo de control de la potencia.

Se paran cuando la velocidad del viento supera los 20-25 m/s (*velocidad de cut-off*).

GRÁFICO DE INCLUSIÓN INTERRELACIONADAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.

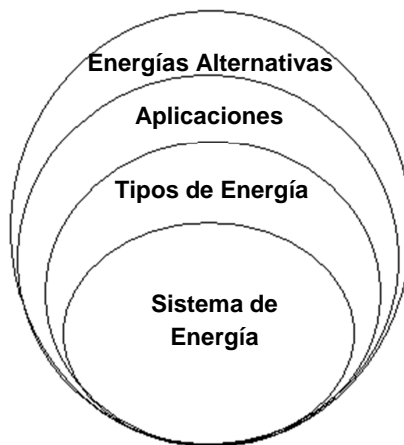


Figura 10. Gráfico de inclusión interrelacionadas de la variable independiente.

GRÁFICO DE INCLUSIÓN INTERRELACIONADAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.

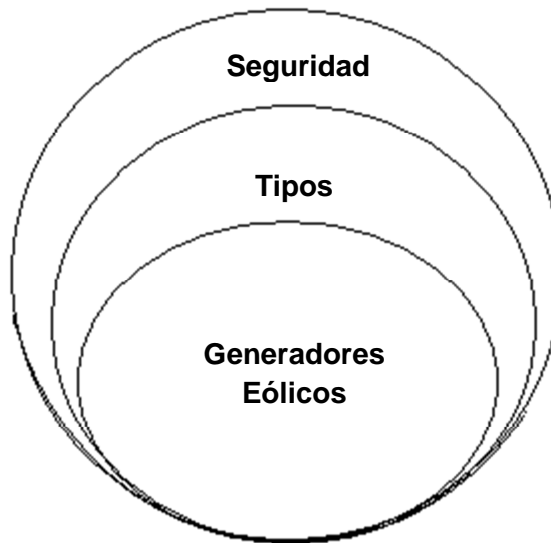


Figura 11. Gráfico de inclusión interrelacionadas de la variable dependiente.

2.4 HIPÓTESIS

¿El desarrollo de un sistema de energía alternativa permitirá disminuir el consumo de energía eléctrica mediante la utilización de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato?

2.5 VARIABLES

2.5.1 Variable Independiente

Sistema de energía eléctrica para la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

2.5.2 Variable Dependiente

Proveer de energía eléctrica a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial a través de generadores eólicos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación estuvo enmarcada dentro del paradigma crítico propositivo, ya que esta fundamentó la obtención de energía eléctrica a través de generadores eólicos lo cual permitió disminuir el consumo de esta en la facultad, tubo un enfoque cuali-cuantitativo ya que trabajó con sentido holístico y participativo considerando una realidad en constante transformación pero al mismo tiempo dio énfasis a los resultados ya que se orientó hacia la comprobación de la hipótesis.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA - DOCUMENTAL

El presente proyecto fue factible porque pretendió diagnosticar y evaluar la realidad de la actual obtención de energía, determinar el alcance de los problemas, realizar planteamientos para resolverlos en base de investigación bibliográfica con un procedimiento metodológico en el que se determine actividades, recursos para la realización y ejecución y por tanto a la aplicación del proyecto fundamentado en una base teórica.

3.2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para el presente estudio se empleó la investigación de campo debido a que la recolección de información es en el lugar donde se producen los inconvenientes, ya que el contacto directo que mantiene el investigador con el área donde se desarrolló el proyecto, dio las pautas para resolver el problema.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIO Y DESCRIPTIVO

El proyecto abarcó el nivel exploratorio ya que permitió conocer y familiarizarse con el problema; el nivel descriptivo ayudó a reconocer las variables que comprende el problema, se estableció las características de la realidad a investigarse, el grado de relación que existe entre las variables, las causas y

consecuencias del problema y se llegó a la comprensión de la hipótesis, el nivel explicativo llegó al análisis, síntesis e interpretación de la información.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, ubicada en la ciudad de Ambato, predios Huachi Chico de la Universidad Técnica de Ambato.

3.4.2 MUESTRA

Se trabajará con una población integrada por ocho personas, yo que realizaré la investigación y las personas que ayudarán a la culminación exitosa de la investigación, como la muestra es reducida se trabajará con todo el universo.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Las operacionalizaciones empleadas a la presente investigación fueron la entrevista y la observación.

En cuanto a la entrevista fue empleada para obtener datos de información referentes a las energías renovables en especial a la energía eólica.

La técnica de la observación fue de gran valor a la apreciación directa ya que surgen circunstancias que permitieron confrontar los hechos con palabras y elementos fundamentales para ilustrar una transparencia e imparcialidad en la investigación.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Es muy difícil capturar el 100% de la energía que hay en el viento utilizando un aerogenerador.
- Una turbina eólica puede reducir la facturación eléctrica entre un 50% y un 90%.
- Un sistema eólico puede ayudar a evitar los altos costos de extender las redes de suministro a sitios remotos. prevenir interrupciones de energía y además no es contaminante.
- Los sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad pueden proporcionar una fuente práctica y económica, tomando en cuenta que el lugar de instalación debe contar con un buen recurso eólico y contar con suficiente espacio
- Los aerogeneradores no sufren pérdidas por temperatura, pero conforme se incrementa la altura a la que este instalado un aerogenerador, menor será la densidad del aire.
- Es importante considerar que los generadores para ser conectados en paralelo deben ser de similares características, ya que aumenta la capacidad de corriente pero el voltaje es el mismo para todos los generadores.
- La introducción de energías renovables y eficiencia energética a todo nivel permitirá reducir la dependencia en el uso de los combustibles fósiles y liberar así divisas que pueden aprovecharse para el desarrollo del país.
- La generación de energía eléctrica con el viento no produce gases tóxicos, no contamina el medio ambiente, no contribuye al efecto invernadero.
- La energía que pueda aportar dependerá precisamente de las condiciones variables del viento en la zona de emplazamiento.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se debe colocar señales visuales en los vientos de las torres para evitar posibles colisiones contra los vientos ya que se estima que puede ser mas ocurrente una colisión contra un cable (viento) que contra las veletas del generador.
- El lugar de instalación debe contar con un buen recurso eólico.
- Debe contar con suficiente espacio.
- Las normas de su localidad permiten la instalación de este tipo de sistemas.
- Para aplicaciones residenciales es recomendable definir sus necesidades de energía para establecer el tamaño adecuado del sistema.
- Instalar la turbina en una torre, en la cual la parte inferior del rotor este a una altura de mínimo 7m de cualquier obstáculo que se encuentre a una distancia de mínimo 76m de la torre. La diferencia de instalar una turbina a 30,4m en lugar de a 18,2m puede incrementar la inversión en un 10% pero la generación de energía puede incrementarse hasta en un 25%.
- El montaje de turbinas sobre techos debe ser manejado con cuidado, ya que las turbinas vibran y transmiten esto a la estructura donde están montadas.
- Limitación de la carga de la batería, para evitar su rápida destrucción.
- Protecciones posibles contra: sobre intensidad, polaridad reversa, corto circuito, y diodo de bloqueo, el cual previene la descarga de la batería durante la oscuridad.
- Lo ideal para lograr extender la vida útil de una batería es lograr que en cada período de descarga esta llegue tan solo al 50% de descarga.
- Cada equipo y la estructura metálica de los paneles deben tener conexión hasta la varilla de tierra, la cual debe estar cerca del soporte de los paneles.
- La ubicación del panel en el edificio donde vaya el sistema debe permitir una adecuada organización del cableado, es decir que este ordenado y ligeramente tensado.

CAPITULO V

PROPUESTA

5.1 DATOS INFORMATIVOS

- **Título:**

“Diseño un sistema de energía a través de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.”

- **Localización:**

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

- **Autor:**

Silvia Elizabeth Manzano Santamaría

- **Tutor:**

Ing. Juan Pablo Pallo

- **Tiempo de Elaboración**

El periodo comprendido para el desarrollo del proyecto se lo realizara desde el 10 de Noviembre del 2008 hasta el 17 de Abril del 2009 que representa una duración de 5 meses.

- **Beneficiario**

El beneficiario de este proyecto será la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.”

- **Presupuesto**

Para el diseño de este proyecto se empleara la cantidad de **190.95 USD** los cuales serán costeados por el autor de este perfil investigativo.

5.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Generador Eólico

El generador eólico convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica.

El generador eólico que se propone construir en este ante-proyecto tiene la característica de que puede ser utilizado para diferentes propósitos.

Uno o varios de estos generadores instalados en un lugar donde aún no existe red de energía eléctrica va a permitir el establecimiento de pequeños emprendimientos productivos ya sea para cría de animales, riego o procesos manufactureros.

Como principales ventajas desde el punto de vista técnico, el producto que se quiere desarrollar es simple y de bajo mantenimiento.

Es simple porque genera a tensión y frecuencia variable, de acuerdo al uso que se le quiere dar a la energía eléctrica que produce se le incorporan los accesorios correspondientes.

Es de bajo mantenimiento porque no cuenta con partes móviles de altas velocidades y por otra parte al tratarse de un generador sincrónico de imán permanente el mismo no requiere de anillos rozantes sometidos a fricción.

Los principales elementos que componen un Generador eólico son: Torre o soporte, procesador central, aspas, rotor, góndola en cuyo interior se encuentra el generador propiamente dicho, la vinculación de la torre con la góndola es por medio de un rodamiento de empuje vertical.

Este rodamiento es el que permite girar para posicionarse siempre de frente al viento a través de la corona que se encuentra en la torre y los piñones de giro que se encuentran en la góndola, logrando un mejor aprovechamiento del recurso.

El generador eólico está controlado por un sistema electrónico central que tiene programadas las secuencias de funcionamiento ante las distintas circunstancias.

Esto significa que recibe todas las señales de los sensores que componen el generador eólico y de acuerdo al programa incorporado emite señales de salida,

tales como conectarse, desconectarse, frenar su velocidad a cero ante un desperfecto, giro para orientarse de frente al viento, etc.

El generador eólico está provisto de sistemas de seguridad que evitan daños sobre los componentes.

En el caso que la velocidad del viento supera la velocidad de diseño y que ponen en riesgo al generador, este posee un sistema de freno eléctrico mecánico y un respaldo mecánico hidráulico que baja la velocidad a cero y por otra parte emite una señal al sistema de giro de modo de tomar una posición de 90° respecto del viento para de este modo evitar esfuerzos mayores.

Un generador eólico está construido con diversos componentes, muchos de los cuales están disponibles en el mercado local o pueden ser desarrollados.

Una vez puesto en marcha el generador se deberán realizar las pruebas de los componentes y mediciones correspondientes a la generación para distintas velocidades de viento. El generador deberá responder a una curva de potencia generada de acuerdo a las distintas velocidades del viento al cual este sometido.

Dependiendo de su diseño, los generadores eólicos se dividen en dos grupos: molinos de eje horizontal y molinos de eje vertical. No obstante, su estructura básica consta de un rotor, unas palas, y un sistema de aprovechamiento de energía, que depende de la aplicación que se le vaya a dar: generador eléctrico, bomba hidráulica, etc.

En el diseño de cada uno de los elementos descritos intervienen ciertos parámetros, que se deben tener en cuenta para cada tipo de generador, ejemplo: número de palas, longitud, velocidad de giro, etc., todo ello con objeto de aprovechar al máximo la fuerza del viento.

Distintas Clases De Aeromotor

Dependiendo de su diseño, los generadores eólicos se dividen en dos grupos: molinos de eje horizontal y molinos de eje vertical. No obstante, su estructura básica consta de un rotor, unas palas, y un sistema de aprovechamiento de energía, que depende de la aplicación que se le vaya a dar: generador eléctrico, bomba hidráulica, etc.

En el diseño de cada uno de los elementos descritos intervienen ciertos parámetros, que se deben tener en cuenta para cada tipo de generador, ejemplo: número de palas, longitud, velocidad de giro, etc., todo ello con objeto de aprovechar al máximo la fuerza del viento.

- **Molinos de eje horizontal**

Los molinos de eje horizontal son los más populares y extendidos, además de ser los mejor estudiados, siendo el sistema que mejor rendimiento proporciona. Ocupan poca superficie de terreno en comparación con otros sistemas para la misma potencia dada. Consisten en una hélice enfrentada al viento sustentada en lo alto de una torre. El sistema de rotor puede ser del tipo *rueda de bicicleta* y de *hélice*.

Rotor de rueda de bicicleta o rápidos

El rotor de de rueda de bicicleta dispone de un gran número de palas de poco peso que presentan una superficie de alta resistencia al viento, todas ellas con forma plana y fijas a una rueda exterior con eje central. Ver figura 12 La velocidad de este tipo de rotor sin multiplicación es superior al de tipo hélice, a igualdad de revoluciones permite obtener mayor energía gracias a la gran superficie que expone al viento; de todas formas esa energía es limitada por el poco peso de la estructura, que impide instalar generadores de potencias superiores al kilovatio.

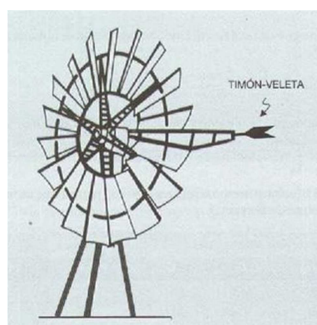


Figura 12. Molino de eje horizontal con rotor de rueda de bicicleta

Sus características fundamentales son:

- Número de palas elevado, entre 12 y 24.

- Diámetro entre 3 y 10 m, limitado por el elevado peso del rotor. Se adaptan muy bien a vientos de pequeña velocidad. Su arranque se produce a partir de una velocidad del viento entre 2 y 3 m/s.
- Potencias pequeñas debido básicamente a dos razones: usan vientos de baja velocidad (entre 3 y 7 m/s) y tienen un diámetro limitado por el peso del rotor debido al elevado número de palas.
- Su campo de aplicación fundamentalmente se centra en las instalaciones de extracción y bombeo de agua.
- Presentan un valor elevado del coeficiente de par elevado para pequeños valores de velocidad específica.

Rotor de tipo hélice o lentos

En este tipo de aerogeneradores el número de palas es pequeño. Su ventaja respecto a las eólicas lentas es que su potencia por unidad de peso es mucho mayor, por lo que al ser más ligeros pueden construirse generadores de un radio mucho mayor, así como situar el buje o punto de giro central del rotor a alturas mucho mayores y por consiguiente aprovechar el efecto de aumento de la velocidad del viento con la altura. En la actualidad se construyen eólicas con diámetros de rotor que alcanzan los 90 m y con una potencia nominal de 3 MW, lo que da una idea del área de barrido del rotor.

Las características principales son:

- Reducido número de palas, entre 1 y 4, aunque los más usados son de 3 palas.
- Máquinas más ligeras que las eólicas lentas, y por lo tanto pueden construirse de mayor tamaño.
- Requieren una velocidad del viento para su arranque mayor que las eólicas lentas (entre 4 y 5 m/s). Poseen un par de arranque menor.
- Alcanzan su potencia nominal para velocidades del viento entre 12 y 15 m/s. A partir de velocidades del orden de 25 a 30 m/s se produce la parada del rotor para evitar daños sobre la máquina.
- En los aerogeneradores rápidos, el valor máximo del coeficiente de potencia se sitúa en el entorno de $C_p=0,4$.
- Se utilizan para la generación de energía eléctrica, pudiendo ser en sistemas aislados o conectados a la red. Los generadores utilizados en

sistemas aislados generalmente son más pequeños (de 3 a 50 KW) que los que se conectan a la red eléctrica (de 250 a 3000 KW). Ver siguientes figuras 13:

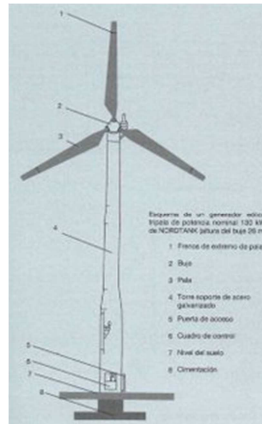


Figura 13a. Aerogenerador de eje horizontal tripala

Disposición del rotor con relación al viento

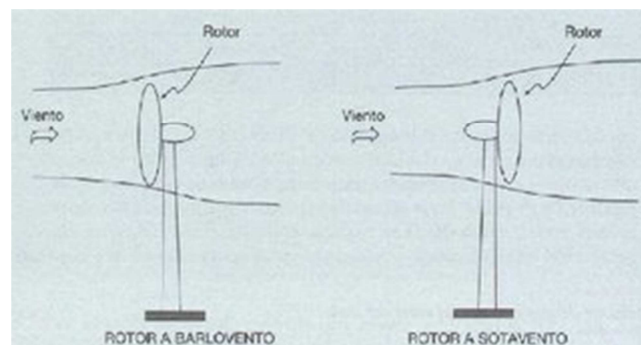


Figura 14. Tipos de disposición de un rotor de n aerogenerador de eje horizontal con relación al viento

Ventaja de los aerogeneradores rápidos frente a los lentos

Son mucho más ligeros y económicos a igualdad de diámetros, por lo cual se construyen con grandes diámetros (40 a 90 m) y con rotores situados a elevadas alturas (hasta unos 100 m). Disponiéndose de generadores eólicos de gran potencia (0,5 a 3 MW). Ya que se pueden construir rotores que barran áreas elevadas y beneficiarse con el aumento de velocidad del viento con la altura.

Resisten mejor los esfuerzos provocados por las ráfagas de viento.

Al tener menor número de palas es mas fácil incorporar mecanismos que permitan el giro de las mismas alrededor de la torre para lograr regular la potencia de generación o proteger el rotor en caso de vientos muy fuertes.

El empuje axial debido a la acción del viento sobre el rotor parado es menor en las eólicas rápidas que cuando está girando, no sucediendo esto en las lentas.

Al girar más rápidas, el tamaño y coste de la caja multiplicadora que acciona el generador eléctrico se reduce. En los grandes aerogeneradores la velocidad de rotación está en el rango de 15 a 50 rpm siendo la velocidad de la punta de la pala no mayor a 65 – 75 m/s.

Frente a las ventajas citadas, la eólicas rápidas tienen el inconveniente de presentar un par o momento de arranque mucho menor que las eólicas lentas.

En la siguiente figura 15 se muestra el aspecto general de un gran aerogenerador tripala.

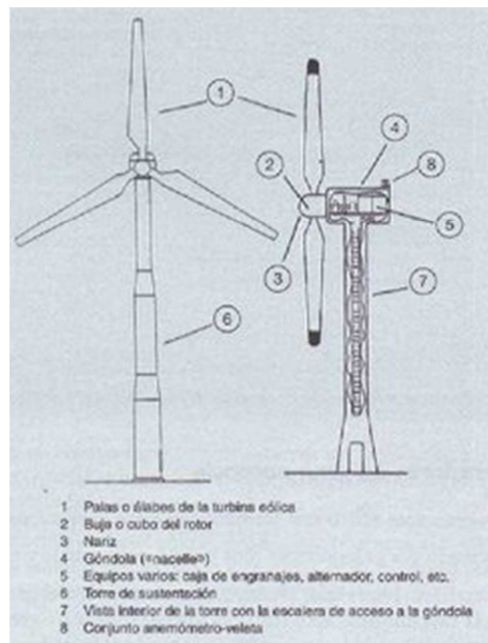


Figura 15 Esquema de un aerogenerador de gran potencia

- **Molinos de eje vertical**

Los molinos de eje vertical disponen el eje de giro verticalmente, mientras que las palas se mueven en un plano horizontal a su alrededor.

Posee un diseño crítico, pues con esta orientación cuando las palas son empujadas para que se produzca el avance, también son frenadas por la parte trasera otras palas que se aproximan al viento. Así pues, el diseño de la pala debe realizarse de forma que sea capaz de captar el máximo viento por su parte delantera, mientras que por la trasera ofrezca la mínima resistencia posible. Los diseños más utilizados son el rotor Savonius y el rotor Darrieux.

Rotor Savonius

El modelo de rotor Savonius es el más simple. Consiste en un cilindro hueco partido por la mitad, en el cual sus dos mitades han sido desplazadas para convertirlas en una S; las partes cóncavas de la S captan el viento, mientras que los reversos presentan una menor resistencia al viento, por lo que girarán en el sentido que menos resistencia ofrezcan como se indica en la figura 16.



Figura 16. Rotor Savonius

Este sistema tiene el inconveniente de presentar una sobrepresión en el interior de las zonas cóncavas al no poder salir el aire, perjudicando el rendimiento; el sistema queda mejorado separando ambas palas y dejando un hueco entre ambas para que se exista un flujo de aire.

Debido a la gran resistencia al aire que ofrece este tipo de rotor, solo puede ser utilizado a bajas velocidades. El uso para generación de energía eléctrica precisaría de multiplicadores de giro que reducirían el rendimiento. Es por tanto útil para aplicaciones de tipo mecánico, como el bombeo de agua.

Rotor Darrieux

Por su parte, el rotor Darrieux consta de una finas palas con forma de ala de avión simétrica, que están unidas al eje sólo por los dos extremos, con una curva especial diseñada para un máximo rendimiento entre las dos uniones del eje. El modelo de curva más utilizado es el denominado Troposkien, aunque también se utiliza la catenaria.

Este rotor presenta el problema de que no puede arrancar por sí mismo, teniendo que emplearse un sistema de arranque secundario, aunque una vez en marcha es capaz de mantenerse gracias a la aerodinámica de sus palas. Permite mayores velocidades que las del rotor Savonius, pero no alcanza a las de un rotor de eje horizontal; de todas formas ya es útil para la generación de energía eléctrica.

Las palas o álabes están arqueadas con una forma parecida a la que forma una cuerda que gira alrededor de un eje. Los álabes son biconvexos y la superficie descrita por los mismos puede tener diversas formas: esférica, parabólica, cilíndrica, etc. El giro del rotor está provocado por la acción aerodinámica del viento sobre los álabes, que origina fuerzas aerodinámicas que dan lugar al par de rotación.

Comparación entre generadores de eje horizontal y de eje vertical

Las principales ventajas de las eólicas de eje horizontal frente a las de eje vertical son:

Los de eje horizontal tienen un coeficiente de potencia (C_p) mayor.

Las eólicas rápidas de eje horizontal presentan una velocidad de giro mayor que las de eje vertical, por lo que son más adecuadas para el accionamiento de generadores eléctricos que giran a 1000 o 1500 rpm.

Las eólicas de eje horizontal permiten barrer mayores superficies que las de eje vertical, por lo que alcanzan potencias mucho mayores.

Las de eje horizontal aprovechan el efecto beneficioso del aumento de la velocidad el viento con la altura respecto del suelo. La configuración de las de

eje vertical impide alcanzar alturas elevadas y por lo tanto no pueden aprovechar este efecto.

En cambio, las eólicas de eje vertical presentan las siguientes ventajas frente a las de eje horizontal:

Dada su simetría vertical, o necesitan sistemas de orientación para alinear el eje de la turbina con la dirección del viento, como ocurre en las de eje horizontal.

Su mantenimiento es más sencillo, dada su poca altura con respecto al suelo.

Cuando la eólica trabaja en una aplicación que requiere velocidad constante, no es necesario incorporar ningún mecanismo de cambio de paso.

Las eólicas de eje horizontal son las más usadas en la práctica. Las eólicas de eje vertical se utilizan básicamente para investigación.

5.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la situación económica este proyecto busca reemplazar la energía eléctrica convencional por energía renovable aprovechando la energía del viento mas importante que poseemos así lograr disminuir en su gran mayoría el costo de energía.

El viento es un recurso energético seguro y económico, Las reducciones de coste se han conseguido gracias al desarrollo de turbinas eólicas.

El diseño de este proyecto no afectara al calentamiento global, ni afectara a la flora y fauna que existe ya que se tomaron todas las medidas necesarias para proteger dicho espacio donde se va hacer el estudio.

Opte por el desarrollo de la energía eólica ya que es una fuente de energía renovable, es limpia, inagotable y con grandes perspectivas de desarrollo.

Por lo tanto es fundamental el cambio de energía a energías renovables como energía eólica.

5.4 OBJETIVOS

5.4.1 Objetivo General

- Diseñar un sistema de energía a través de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

5.4.2 Objetivos Específicos

- Estudiar los diferentes tipos de generadores eólicos que existen para aplicar a nuestro diseño.
- Determinar las ventajas que tiene el instalar un sistema de energía eólica.
- Analizar los diferentes recursos para el diseño del proyecto.
- Describir el funcionamiento del sistema a implementar en la Facultad.

5.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El “Diseño de un sistema de energía a través de generadores eólicos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial”, si es posible realizarlo ya que en la facultad no existe un proyecto de energía eólica.

Este proyecto traerá un gran beneficio ya que se podrá ahorrar un gran porcentaje de consumo de energía eléctrica.

5.6 FUNDAMENTACIÓN

Sistemas De Generación Eólica

Sistemas Eólicos

Teoría y Componentes

Las centrales eólicas se basan en la utilización del viento como energía primaria para la producción de energía eléctrica.

Durante el día la tierra se calienta más rápidamente que el mar por efecto del sol. El aire sube, circula hacia el mar, y crea una depresión a nivel del suelo

que atrae al aire frío del mar. Esto es lo que se llama brisa marina. Ver Figura 17.

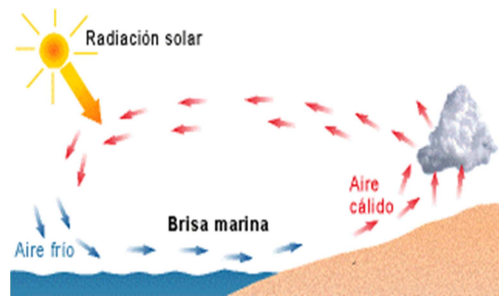


Fig.17 Vientos durante el día

Durante la noche los vientos soplan en sentido contrario. Normalmente durante la noche la brisa terrestre tiene velocidades inferiores, debido a que la diferencia de temperaturas entre la tierra y el mar es más pequeña como se indica en la figura 18.

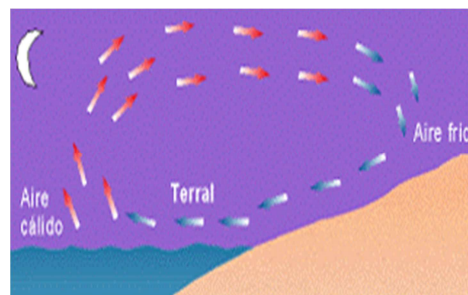


Fig.18 Vientos durante la noche.

Las regiones montañosas muestran modelos de clima muy interesantes.

Cuando las laderas y el aire próximo a ellas están calientes la densidad del aire disminuye, y el aire asciende hasta la cima siguiendo la superficie de la ladera. Durante la noche la dirección del viento se invierte, convirtiéndose en un viento que fluye ladera abajo. Si el fondo del valle está inclinado, el aire puede ascender y descender por el valle; este efecto es conocido como viento de cañón. Ver Figura 19.

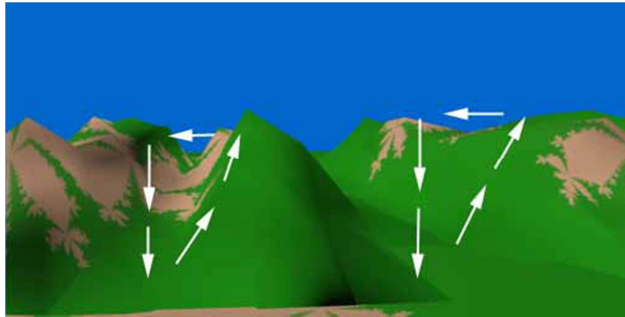


Fig 19. Viento de cañón

Emisiones de ruido de un aerogenerador

Fuente	Sonido (dB)
Umbral de dolor	140
Sirena de un buque	130
Motor de un avión a turbina	120
Interior auto deportivo	80
Tren de carga	70
Aspiradora	70
Autopista	70
Turbina de viento de 10 KW.	55
Viento en los árboles a 7m/s.	51-53
Promedio en la casa.	50
Turbina de viento de 300KW.	45
30 turbinas de viento de 300KW.	45
Susurrar	30
Pieza de estudio / dormitorio tranquilo	20
Umbral de audición	0

Tabla 2. Emisiones de ruido de un aerogenerador

Estudio de ruido de SWWP

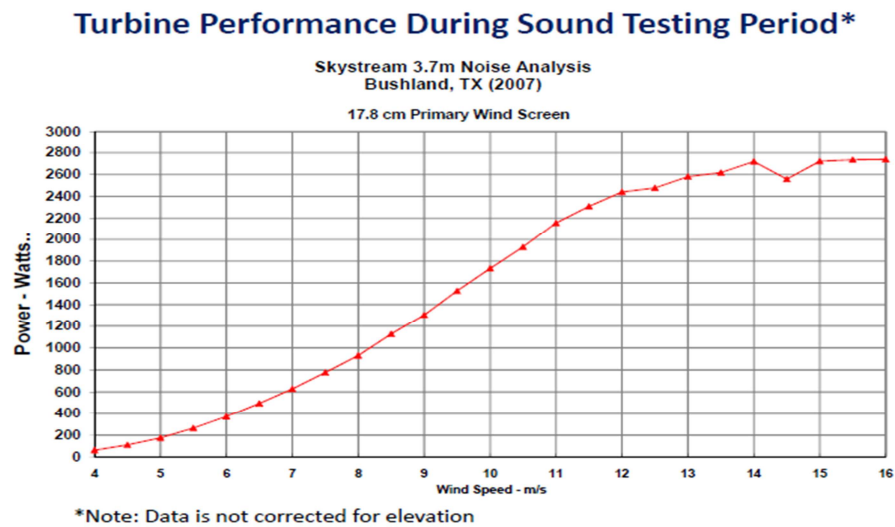


Fig 20. Estudio de ruido de SWWP

Impacto en aves

Es importante no instalar aerogeneradores en lugares donde nidifican aves voladoras, además se deberán colocar señales visuales en los vientos de las torres para evitar posibles colisiones contra los vientos ya que se estima que puede ser mas ocurrente una colisión contra un cable (viento) que contra las veletas del generador.

Es recomendable también y en la medida de lo posible que se instalen los aerogeneradores en sectores alejados de la costa y/o acantilados, prefiriéndose alguna meseta en altura para un mejor aprovechamiento de los vientos y evitar estar en el área habitual de vuelo de las aves.

Luego de múltiples estudios se ha establecido una mortalidad de entre 0.29 y 0.74 aves por cada MW generado al año, por lo que se puede concluir que la mortalidad de aves por efecto de colisión contra turbinas de viento de gran tamaño, es insignificante. Por otra parte los estudios demuestran que las aves, la mayoría de las veces son capaces de detectar la presencia de las turbinas y evitan volar a través de ellas.

Los aerogeneradores

Un aerogenerador desviará el viento antes incluso de que el viento llegue al plano del rotor.

Esto significa que es muy difícil capturar el 100% de la energía que hay en el viento utilizando un aerogenerador.

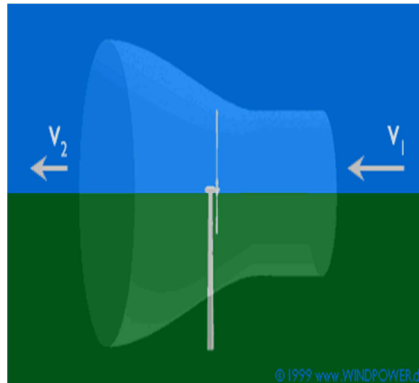


Fig 21. Aerogenerador

El volumen de aire que llega al rotor será:

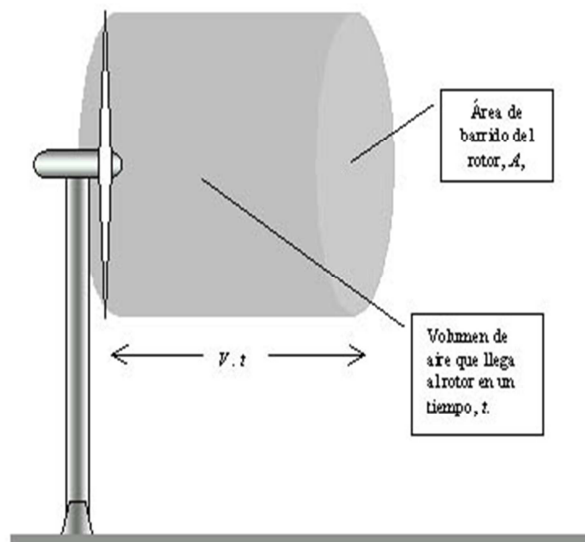


Fig 22. Volumen del rotor

$$V = Avt$$

La energía cinética que aporta el aire al rotor en un tiempo "t" será:

$$Ec = 1/2 dAvtv^2$$

$$E_c = 1/2 dAtv^3$$

Y la potencia aportada al rotor será:

$$E_c = 1/2 dAv^3$$

De donde se concluye que la potencia del viento es proporcional al cubo de la velocidad del viento.

Potencia vs Velocidad del viento

El gráfico 23 muestra que con una velocidad del viento de 8m/s obtenemos una potencia de 314 W por cada metro cuadrado expuesto al viento (viento incidente perpendicularmente al área barrida por el rotor).

A 16m/s obtendremos una potencia ocho veces mayor, 2.509 W/m².

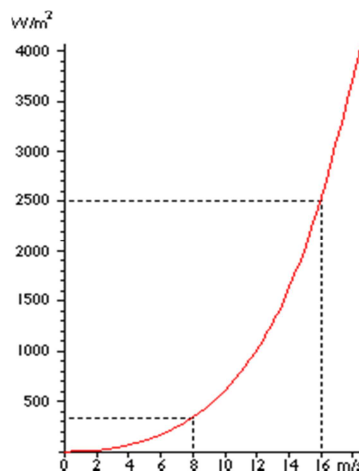


Fig 23. Potencia vs Velocidad del viento

Potencialidad de un sistema eólico

Los sistemas de energía eólica cuentan con una de las mejores relaciones costo/beneficio para aplicaciones de energías renovables en los hogares.

Dependiendo del recurso viento una turbina eólica puede reducir la facturación eléctrica entre un 50% y un 90%.

Además, puede ayudarle a evitar los altos costos de extender las redes de suministro a sitios remotos, prevenir interrupciones de energía y además no es contaminante.

Viabilidad

Los sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad pueden proporcionar una fuente práctica y económica, tomando en cuenta una o varias de las siguientes consideraciones:

- El lugar de instalación debe contar con un buen recurso eólico.
- Debe contar con suficiente espacio.
- Las normas de su localidad permiten la instalación de este tipo de sistemas.
- La propiedad se encuentra en un área remota con dificultades para el acceso de la red de electricidad pública.

Magnitud del aerogenerador

El rango de turbinas pequeñas se encuentra entre los 20W y los 100KW, las más pequeñas de 20W a 500W se emplean en una gran variedad de aplicaciones de baja tensión, las turbinas para aplicaciones residenciales pueden estar en el rango de los 400W hasta los 100KW (para cargas muy grandes) dependiendo de la cantidad de electricidad que se desee generar.

Para aplicaciones residenciales es recomendable definir sus necesidades de energía para establecer el tamaño adecuado del sistema.

Un hogar tipo consume aproximadamente 300KWh al mes. Dependiendo de la velocidad del viento y la capacidad del aerogenerador, se podría contribuir de manera importante a esta demanda.

Una turbina de 1,5KW puede generar alrededor de 300KWh al mes en un sitio con una velocidad de 6,26m/s de velocidad promedio.

Torre del aerogenerador

Debido a que a mayores alturas el viento es más intenso, la turbina es montada en una torre, por lo general a mayor altura se produce una mayor cantidad de

energía. La torre también evita las turbulencias de aire que podrían existir cerca del piso, debidas a obstrucciones como colinas, edificios y árboles.

Por lo general se recomienda instalar la turbina en una torre, en la cual la parte inferior del rotor este a una altura de mínimo 7m de cualquier obstáculo que se encuentre a una distancia de mínimo 76m de la torre. La diferencia de instalar una turbina a 30,4m en lugar de a 18,2m puede incrementar la inversión en un 10% pero la generación de energía puede incrementarse hasta en un 25%.

El montaje de turbinas sobre techos debe ser manejado con cuidado, ya que las turbinas vibran y transmiten esto a la estructura donde están montadas.

Carga, Corriente y Voltaje AC y DC

- **Carga** es un aparato eléctrico que consume energía. Por ejemplo si un foco está prendido es una carga porque consume electricidad por el cable eléctrico por el cual está conectado a una fuente de energía. Puede ser de tipo resistiva, capacitiva o inductiva.
- La **corriente** es el flujo de energía que pasa a través de un determinado conductor y que atraviesa un circuito, a una fuente de voltaje es necesario suministrarle una carga para generar corriente. Está dada en Amperios (A).
- El **voltaje** es la diferencia de potencial que está listo para que al ser sometida una carga este induzca una corriente a través de ella, es decir es la energía potencial que al suministrarle una carga, genera corriente y fluye como energía eléctrica. Su unidad es el Voltio (V).
- Existen dos tipos de corriente: **corriente continua (DC) y corriente alterna (AC)**. La corriente alterna es la que entrega la red pública y que es usada comúnmente en los hogares para utilizar aparatos como radios, televisores, refrigeradoras y focos. La corriente continua es del tipo de energía que acumulan las baterías y se usa generalmente en casas que no están conectadas a la red pública. Un generador eólico produce originalmente energía en corriente continua, aunque existen generadores que entregan directamente energía en corriente alterna.

Corriente Continúa

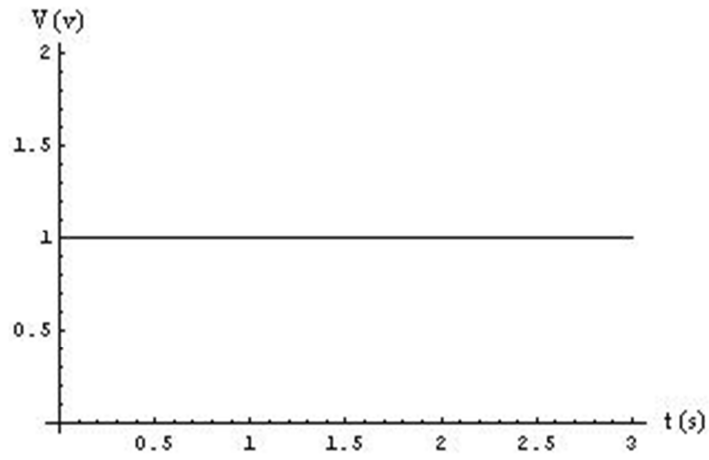


Fig 24. Corriente Continúa

Corriente Alterna

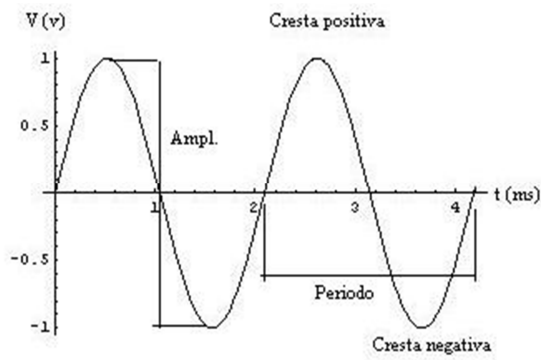


Fig 25. Corriente Alterna

Corriente Combinada

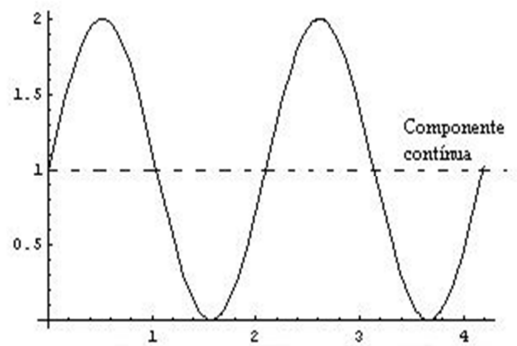


Fig 26. Corriente Combinada

Potencia y Energía

- **Potencia** es la velocidad a la que se consume la energía, y es la que determina cual sería la carga máxima de un generador en función del voltaje aplicado y la corriente inducida. La potencia está dada en vatios (W), siendo un vatio la cantidad de potencia que un panel solar produciría o que una bombilla consume. Muchas veces se expresa la potencia de un generador en voltamperios (VA), esta es otra forma de expresarlo pero por medio de potencia aparente.

$$\text{Potencia (W)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente (A)}$$

- **Energía** es la capacidad que tiene un mecanismo o dispositivo eléctrico cualquiera para realizar un trabajo y su unidad es el vatio-hora (Wh), que sería entonces, la cantidad de energía que un panel solar puede producir en un determinado tiempo, es decir un foco de 60 vatios consume por lo tanto 60 vatio-horas, si se mantiene prendido una hora.

Así tendríamos:

$$\text{Energía (Vatio horas)} = \text{Potencia (Vatios)} \times \text{Tiempo(\# de horas)}$$

Por ejemplo:

Un foco de 100 vatios necesita energía que soporte esos 100 vatios para poder encenderse. Si un foco de 100 vatios se mantiene prendido por 3 horas, consume energía de 100 vatios x 3horas o 300 vatio – horas, así:

$$100 \text{ vatios} \times 3 \text{ horas} = 300\text{Wh.}$$

Arreglo de fuentes en serie

Si se tiene “n” generadores de voltaje conectados en serie, como se muestra en la figura 27, es decir una a continuación de otro, el voltaje total de dichas fuentes es:

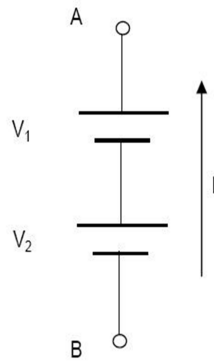


Fig.27 Arreglo de fuentes en serie

$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n.$$

La corriente I es la misma para cada generador y depende del valor total de voltaje y de la carga. La ventaja de los generadores en serie es que se puede aumentar el voltaje.

Debe considerarse que los generadores que se ponen en serie deben guardar una prudente relación de corriente ya que al igualarse la corriente para todos los elementos activos del sistema si se excede el valor nominal de alguno de ellos corre el riesgo de dañarlo.

Arreglo de fuentes en paralelo

Si se tiene “ n ” generadores conectados en paralelo, como se muestra en la figura 28, como se muestra en la figura, el voltaje de dichas fuentes es:

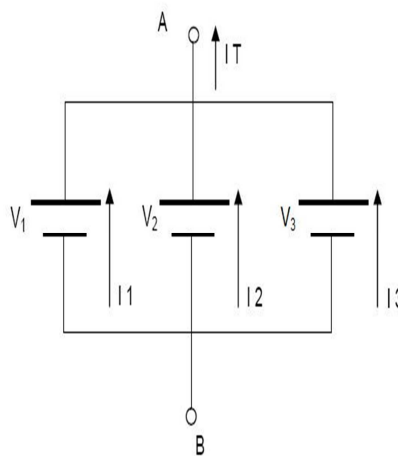


Fig.28 Arreglo de fuentes en paralelo

$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 = V_2 = \dots = V_n.$$

La corriente total de los generadores en paralelo es la suma de la corriente aportada por cada generador, así:

$$I_{\text{TOTAL}} = I_1 + I_2 + \dots + I_n.$$

La ventaja de las fuentes en paralelo es que se puede atender mayor magnitud de carga y además que se alarga la vida útil de los generadores.

Es importante considerar que los generadores para ser conectados en paralelo deben ser de similares características, ya que aumenta la capacidad de corriente pero el voltaje es el mismo para todos los generadores y si alguno de los elementos activos que conforman el sistema está fuera de ese rango corre el riesgo de dañarse

Regulador de carga

- Limitación de la carga de la batería, para evitar su rápida destrucción.
- Control de fin de descarga, para evitar la descarga completa de la batería y como efecto un acortamiento significativo de su vida útil.
- Puesta en carga flotante de la batería en el caso en que esté cargada. El regulador debe mantener a la batería en su tensión de equilibrio.
- Protecciones posibles contra: sobre intensidad, polaridad reversa, corto circuito, y diodo de bloqueo, el cual previene la descarga de la batería durante la oscuridad.
- Idealmente, leds indicadores o una pantalla de información sobre el estado de carga de la batería. Ejemplo de un regulador de carga observar figura 29.

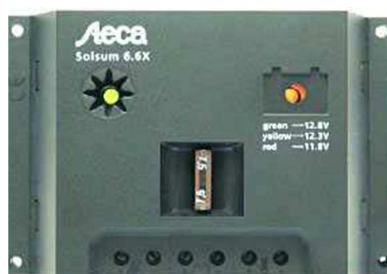


Fig.29 Regulador de carga

Batería

- Almacena la energía eléctrica para usar cuando no hay sol.
- Las mas comunes para pequeños sistemas son de 12V
- Se usa baterías “de ciclo profundo”, que pueden cargar y descargarse lentamente y suministrar pequeñas cantidades de energía por largos periodos.
- Las baterías automotrices no son adaptadas: son diseñadas para infrecuentes picos de corriente (de arranque).
- Lo ideal para lograr extender la vida útil de una batería es lograr que en cada período de descarga esta llegue tan solo al 50% de descarga.



Fig. 30 Batería

Tipos de baterías de plomo-acido

Baterías de ciclo profundo

- Líquidas
- Gel (puede ser AGM)

Líquidas

- Selladas (sin mantenimiento, con válvula de protección).
- No Selladas (se puede añadir agua, pero presenta riesgo en transporte).

Profundidad de descarga

- El termino “profundidad de descarga” solo significa hasta que nivel usamos la batería en c/período.
- Mientras menos usamos la batería cada noche, más tiempo va a durar.
- Una batería que solo se descarga a 50% puede durar doble el tiempo que una batería que se descarga 80% en cada período de descarga, por tanto si necesitamos 100Wh cada día, entonces deberíamos adquirir una batería que puede almacenar el doble.
- El estado de la carga se establece midiendo el voltaje cuando:

La batería esta desconectada del controlador de carga.

No ha tenido actividad por 30 minutos.

Como se muestra en la figura 31.

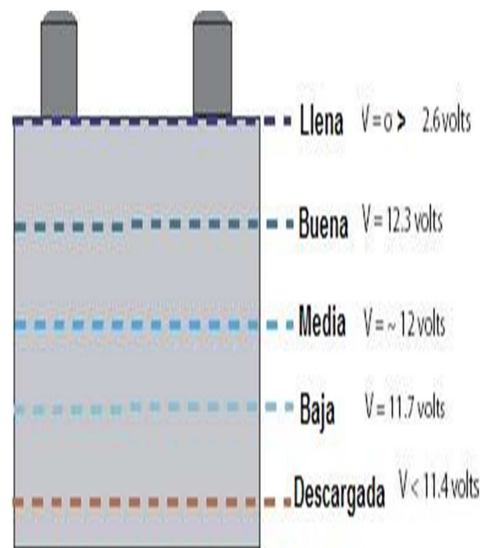


Fig. 31 Profundidad de descarga

Inversor

Transforma señales de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC). Ver figura 32.

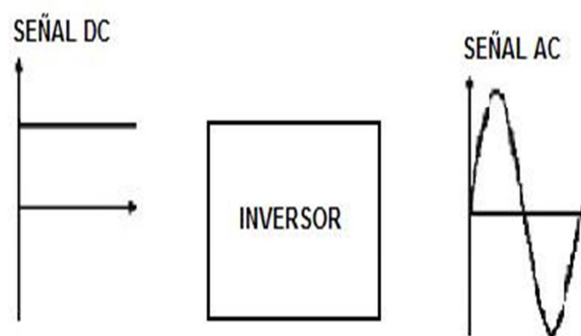


Fig.32a. Inversor

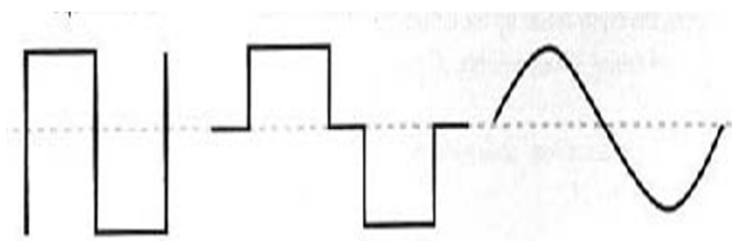


Fig.32b. Inversor

Debe proveer potencia nominal para la carga y potencia de arranque o pico cuando sea necesaria para equipos AC (motores, pantallas, etc.).

Considerar su eficiencia es esencial al momento de diseñar un sistema que incluya inversor. Un rango típico de rendimiento es sobre el 90%.

Los inversores que generan una onda sinusoidal pura son más caros, pero son necesarios para aparatos electrónicos sensibles.

Protección contra relámpagos

Los componentes del sistema como el Regulador y el Inversor vienen incorporados con un sistema de protección eléctrica contra cortocircuito e inversión de polaridad, faltando sólo la protección contra descargas electrostáticas de la atmósfera, por lo que es necesario una instalación a tierra.

Cada equipo y la estructura metálica de los paneles deben tener conexión hasta la varilla de tierra, la cual debe estar cerca del soporte de los paneles.

Es recomendable usar un “lightning arrestor” (arrestador de relámpago) en la caja de conexiones.

Todas estas consideraciones son opcionales cuando el sistema es <1 kW, excepto si incluyen motores o las necesidades meteorológicas lo ameritan.

Componentes de un sistema de electrificación típica con cargas mixtas

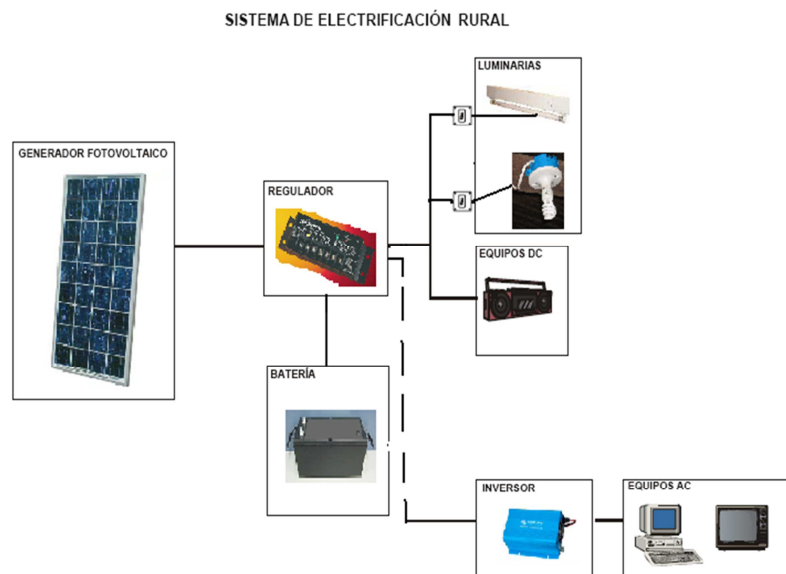


Fig.33 Componentes de un sistema de electrificación

- Aerogenerador
- Baterías
- Regulador
- Cargas DC
- Cables, interruptores, etc.
- Si se necesita AC: Inversor (mas caro, peor rendimiento)

Sistemas de generación para cargas DC

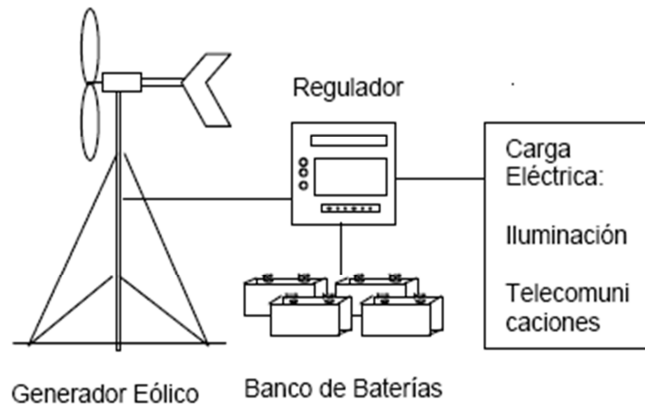


Fig. 34 Sistemas de generación para cargas DC

Sistemas de generación para cargas AC

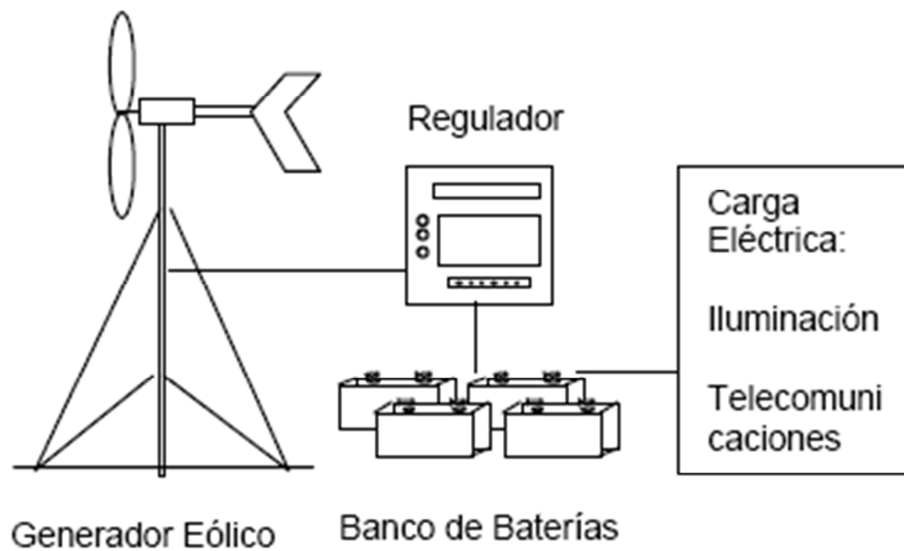


Fig 35 Sistemas de generación para cargas AC

Aplicación para electrificación

Genera electricidad cuando hay viento

Se necesita almacenar energía en forma de electricidad en batería(s)

Se usa un regulador para manejar la fuente y el uso de electricidad de manera a proteger la batería. Como se muestra en la figura 36.

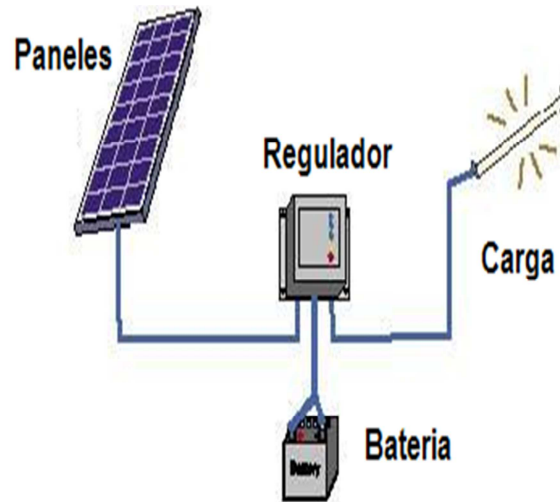


Fig. 36 Aplicación para electrificación

Sistemas Eólicos

Diseño de un sistema de electrificación

Cálculo de la carga promedio. Ver tabla Nº 3.

	Unidades	W	Rendimiento del inversor	Horas/día	Wh / día
Bombillas fluorescentes	4	11W	n/a	4	176 Wh
	4	20W		3	240 Wh
LED	2	1.5W	n/a	11	33 Wh
Otra carga DC (sonido)	1	35W	n/a	1	35 Wh
Carga AC (TV + DVD)	1	110W	85%	1.2	157 Wh
TOTAL					641 Wh

Tabla Nº 3. Cálculo de la carga promedio

Rendimiento por altura

Contrario a lo que paso con los PPV los aerogeneradores no sufren pérdidas por temperatura, pero conforme se incrementa la altura a la que este instalado un aerogenerador, menor será la densidad del aire. La densidad del aire es directamente proporcional a la salida de su turbina, por lo que su eficiencia varía de la siguiente manera, como se muestra en la siguiente tabla N° 4:

Altura (msnm)	Rendimiento (%)
0-150	100
150-300	97
300-600	94
600-900	91
900-1200	88
1200-1500	85
1500-1800	82
1800-2100	79
2100-2400	76
2400-2700	73
2700-3000	70
3000-3300	67
3300-3600	64

3600-3900	61
3900-4200	58

Tabla N° 4. Rendimiento por altura

Pérdidas y Rendimientos

- **Rendimiento del Aerogenerador por altura: en Quito = 70%** (Por tablas).
- **Rendimiento promedio de una batería: ~85%** (Especificaciones del fabricante).
- **Rendimiento de inversor: 80% - 90%** (Especificaciones del fabricante).
- **Perdidas en conductores**

Caída de tensión en los cables:

$$\Delta V = \frac{0,0357 \times L \times A}{S}$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm²)

L: Longitud del conductor (m)

A: Amperaje máximo (A)

ΔV : Caída de tensión en conductor de cobre.

Hay que diseñar el tamaño de los conductores para que la caída sea del 2%, que es la norma, en el total de todos cables, o sea 0,24V en un sistema de 12V DC.

Este porcentaje esta vigente en cualquier sección del sistema, ya sea del panel al regulador o del regulador a la batería.

Velocidad del viento

Especificaciones	Tipo						
	Air Breeze	Air X	Air Industrial	Whisper 100	Whisper 200	Whisper 500	Skystream 3.7
Potencia	200W a 12.5m/s	400W a 12.5m/s	400W a 13.4m/s	900W a 12.5m/s	1000W a 12.5m/s	3000W a 10.7m/s	1900W a 9.4m/s
Energía	38KWh/mes a 5.4m/s	38KWh/mes a 5.4m/s	30KWh/mes a 5.4m/s	100KWh/mes a 5.4m/s	200KWh/mes a 5.4m/s	538KWh/mes a 5.4m/s	400KWh/mes a 5.4m/s
Voltaje	12 y 24VDC	12, 24 y 48VDC	12, 24 y 48VDC	12, 24, 36 y 48VDC	12, 24, 36 y 48VDC *	24, 32 y 48VDC *	120-240VAC 50-60Hz
Velocidad de viento inicial	2.68m/s	3.58m/s	2.7m/s	3.4m/s	3.1m/s	3.4m/s	3.5m/s
Velocidad de viento máx	49.2m/s	49.2m/s	m/s	50m/s	50m/s	55m/s	63m/s
Peso de la turbina	5.9Kg 13lb	5.9Kg 13lb	6.2Kg 14lb	21Kg 47lb	30Kg 65lb	70Kg 155lb	77Kg 170lb
Diámetro rotor	1.17m	1.15m	1.15m	2.1m	2.7m	4.5m	3.7m

Tabla N° 5. Velocidad del Viento

Rendimiento eléctrico de los conductores = 100% - caída de voltaje (en%).

Un circuito de 110V o 220VAC es menos susceptible a caídas de tensión pero indudablemente deberá cumplir la norma.

Si se revisan los datos técnicos de los generadores se puede sacar las siguientes conclusiones, por ejemplo para el AirX:

1. Tiene una Potencia de 400W ssi recibe una velocidad de viento de 12,5m/s.
2. Produce una Energía de 38KWh al mes ssi recibe un viento de velocidad 5,4m/s.
3. Genera voltajes de 12, 24 o 48VDC.
4. El rotor del aerogenerador empieza a moverse con 3,58m/s.
5. La velocidad de viento máxima que puede soportar es de 49,2m/s.

Entre otras.

Ahora conocemos la Potencia nominal del aerogenerador con un valor nominal de viento, pero el valor de la velocidad de viento varía según el lugar, por lo que conviene averiguar este dato por medio de alguna fuente fiable, las opciones son las siguientes:

- Estudio técnico del lugar por medio de equipo adecuado (anemómetros) y por un período prudencial (1 año).
- Tablas del último Anuario del INAMHI de acuerdo al lugar y altura.

- Métodos opcionales aproximados

Método opcional para encontrar velocidad del viento

1. En Internet Explorer ir a: <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>
2. Para encontrar coordenadas: <http://www.fallingrain.com/world/index.html>
3. Seleccionar:

Parameters for Tilted Solar Panels: Peak Sun Hours radiation for equator-pointed tilted surfaces/RETScreen method.

Meteorology (Temperature) pick: Air Temperature at 10 m for 3-hourly intervals.

Además de: *Meteorology (Wind):* Wind speed (Average, Mín, Máx).

4. Se puede usar el programa: RETScreen

Potencia real del aerogenerador

Una vez determinada la velocidad del viento procedemos a verificar en las gráficas de potencia y energía que cada aerogenerador trae, el valor que corresponda a esa magnitud de viento, como se muestra en la figura 37:

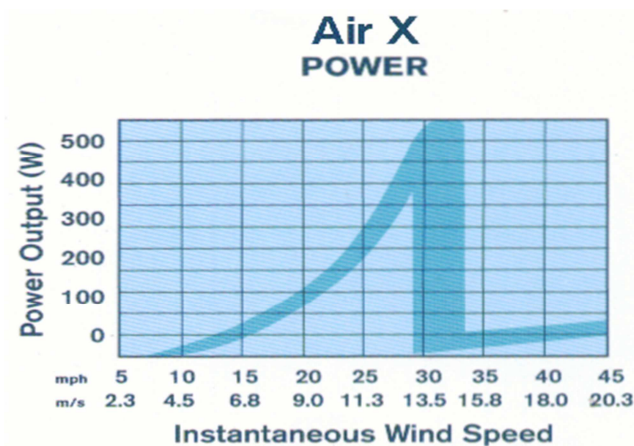


Fig. 37 Potencia real del aerogenerador

Si **Velocidad del viento**= 9m/s, entonces: La **Salida de Potencia del AirX (PRA)**= 100W y ya no los 400W que debe generar a 12,5m/s.

Potencia efectiva requerida

- **Rendimiento Combinado(%)=** $R_{altura}(\%) \times R_{batt}(\%) \times R_{cable}(\%) \times R_{inv}(\%) \times R_{reg}(\%) \times R_{conv}(\%)$.
- **P Efectiva del Aegdr(W)=** $\frac{\text{Carga(Wh)}}{\text{Horas de Viento (h) x Rendimiento Combinado (\%)}}$.

Datos locales:

- Rendimiento de altura viene dado por tablas.
- Rendimiento del cableado se calcula.
- Rendimiento de batería, inversor, regulador, conversor, dado por el fabricante.
- La Potencia de carga es la total requerida por las cargas del sistema.
- Horas de Viento, que se puede conseguir como dato meteorológico en porcentaje, si no se dispone de datos reales, se puede usar aproximaciones de Mapas regionales y programas meteorológicos.

Capacidad de batería

- Los parámetros significantes para elegir la batería son:
- Cuantos días de autonomía se desean (para usar electricidad en días sin sol), según el tipo de aplicación, el clima, y la comunidad, se usa de 2 a 5 días.
- Que profundidad de descarga se diseña, para un vida optima, se usa 50% a 60%
- El voltaje de la batería y del sistema, por ejemplo, se puede alimentar un sistema de 12V DC con 2 baterías de 6V.

$$\text{Capacidad (Wh)} = \frac{\text{Carga diaria (Wh)} \times \text{Días de autonomía}}{\text{Profundidad de descarga (\%)}}$$

- La Capacidad de una batería se especifica normalmente en Ah.

$$\text{Capacidad (Ah)} = \frac{\text{Capacidad (Wh)}}{\text{Voltaje del sistema (V)}}$$

Gestión de cargas

- Asegúrese de que no use cargas mayores a las de diseño.
- Aún cuando haya un solo día sin sol, trate de ahorrar el consumo de energía ese día.
- Si es posible, diseñe su sistema con una capacidad de un 20% a un 50% más de la calculada. Ver figura 38

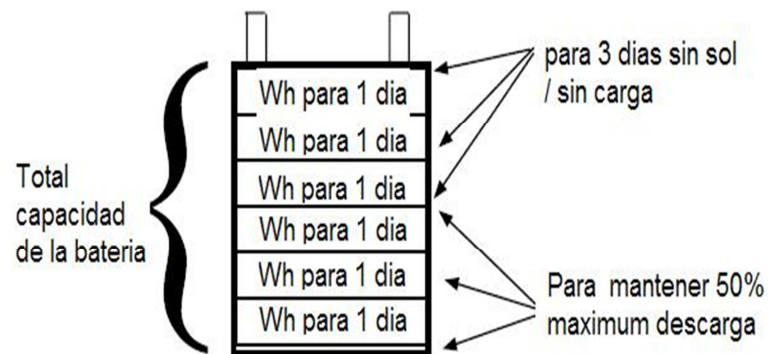


Fig. 38 Gestión de cargas

Cuando el controlador de carga desconecta el sistema, significa que la energía acumulada en el banco de baterías, incluyendo más de tres días de reserva (si es el caso), se ha agotado y serán necesarios tres días con buen sol y sin consumo para que el banco sea recargado de nuevo.

Generalidades del Regulador de carga

La especificación más importante es la Corriente (A) que el regulador debe ser capaz de aguantar, en el lado de la carga y en el lado de la fuente: ver figura 39



Fig. 39. Regulador de carga

Lado de fuente (Vea las curvas I-V): la corriente máxima es el de corto-circuito I_{cc} de los paneles. Generalmente se añade un 25% por picos y encima otro 25% de seguridad, o sea un 50% total.

Lado de carga: usa el total (W) de todas las cargas encendidas al mismo tiempo. Se puede usar el Voltaje mínimo de la batería (LVD) para calcular la intensidad máxima.

$$I (A) = P(W) / Voltaje$$

También hay que seleccionar la tensión de entrada (12V o 24V para sistemas pequeños) y la tensión de salida a la carga (generalmente 12V). Algunos reguladores aceptan 24V de entrada y 12V de salida.

Se debe seleccionar los tipos de protección que desea para sobre carga, bajo voltaje (LVD), sobre intensidad, polaridad reversa, corto circuito, etc.

Hay reguladores que ofrecen interfaces HMI que ofrecen control y monitoreo del sistema, pueden tener LCD o leds.

Evitar protecciones que usan fusibles: si el sistema colapsa, el usuario podría remplazarlo por alambre y dañar el equipo.

Sistemas Eólicos

Instalaciones

Aerogeneradores

- El montaje de los generadores eólicos se hace por medio de monopolos o polos con tensores, de acuerdo a las indicaciones ya especificadas.
- Bajo ciertas circunstancias se pueden realizar estructuras sobre edificios o casas, siempre que no haya interferencia.

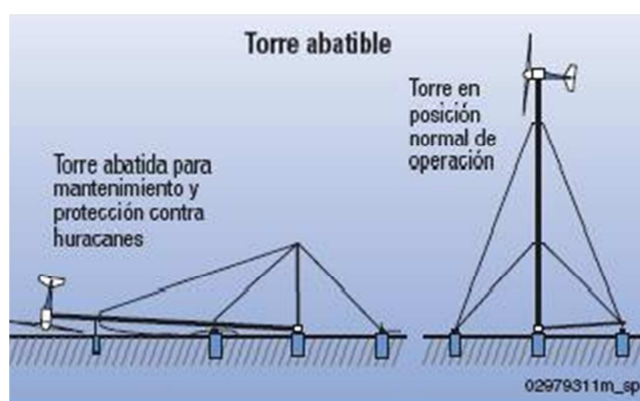


Fig. 40 Aerogeneradores-Instalaciones

Fuentes en serie o paralelo

- Hay dos maneras de conectar los paneles solares y las baterías: en serie o en paralelo.
 - Si se conectan en serie, se mantiene el amperaje y se suman los voltajes.
 - Si se conectan en paralelo, se mantiene el voltaje y se suman los amperajes.

Los siguientes ejemplos son para paneles solares, pero también son válidos para la conexión de baterías, como se muestra en la figura 41.

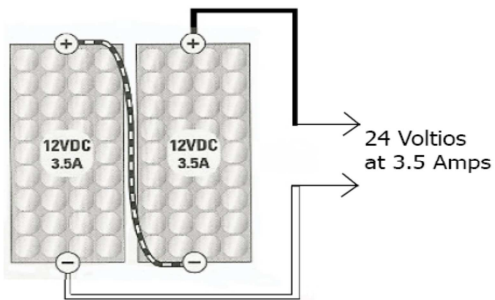


Fig. 41a arreglo Serie

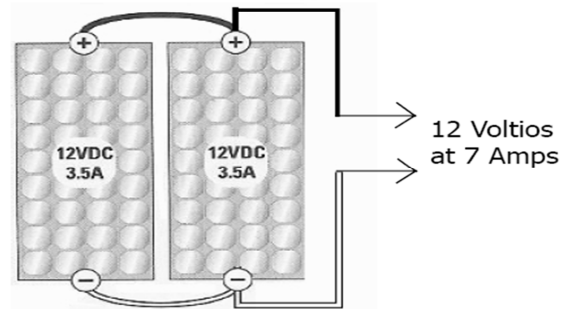


Fig. 41b. Arreglo paralela

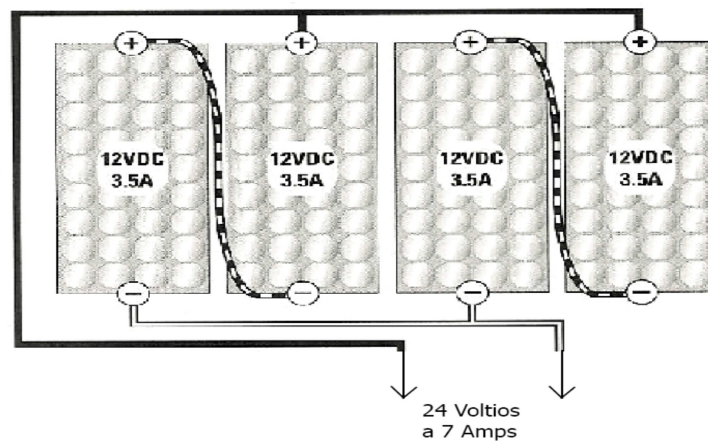


Fig. 41c. Arreglo combinado

Para potencias muy grandes, conectar paneles en serie permite usar cables de menor tamaño sin demasiadas pérdidas.

Cableado

- Los cables del panel al controlador debería ser de tamaño suficiente, pero suficientemente corto también para que no haya peligro que alguien los jale.
- La ubicación del panel en el edificio donde vaya el sistema debe permitir una adecuada organización del cableado, es decir que este ordenado y ligeramente tensado.

Revisar además:

- No haya tensión en la caja del panel.
- No hayan ángulos cerrados en la trayectoria del cable.

Controlador / Regulador

- El controlador necesita ser montado en un ubicación donde no haya mucha actividad, para evitar la posibilidad de choques.
- Debe ser montado bien sujeto a la pared, en un lugar donde los cables que entran y salen pueden ser pegados al edificio.
- Si está dentro de una caja se debe prever la posibilidad de visualizar los indicadores del regulador.



Fig. 42 Controlador / Regulador

Batería

- La batería necesita estar cerca al controlador para limitar la longitud de los alambres, y reducir las pérdidas en el cable.
- Debería estar en una caja no-metálica (de madera o plástico), bien ventilada para que los gases podan escapar, y cubierta para que nada de metal este colocado encima.

Cables

- Los cables deben estar ordenados con amarras. Esto facilita chequear para problemas y evitar que algunas cosas estén colgadas en el alambre.
- El alambre necesita ser de tamaño suficiente para evitar caídas de tensión sobre el 2%.
- Debe disminuir el tirón en todos los puntos donde se termina el alambre para evitar peligro en la conexión.
- Todas las terminaciones deberían ser hechas con equipo adecuado (tuerca de alambre o terminales propios).
- Evita desencapillar, enroscar y pegar con cinta.

Dispositivos periféricos

- Es recomendable instalar un interruptor para cada lámpara. De esta manera, si solo se necesita una lámpara, se pueden apagar las otras.
- Es bueno instalar los interruptores cerca del controlador porque esto reduce el número de terminaciones y conexiones y puntos de falla potencial. Entonces cada cable es conectado directamente de la caja del controlador a la lámpara. Si es necesario instalar un interruptor lejos del controlador, cerca a la lámpara, lo mejor es hacer todas las terminaciones lo más cerca posible a la lámpara, y no cortar el alambre para poner interruptor.

Conexiones de Carga

Todo los alambres que van a las cargas deberían ser conectados a través del controlador de carga. Ningún alambre debe terminar en la batería excepto el alambre que va al controlador de carga.

Si una carga es conectada directamente a la batería, entonces esta carga no estará apagada cuando el controlador de carga apague las cargas para proteger la batería, y la batería va a fallar.

BIBLIOGRAFÍA

• Referencias Bibliográficas

- B. Sorensen, “ Renewable Energy”. Academic Press. 2000.
- F. Jarabo, N. Elortegui, “ Energías Renovables”. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas S.L., 2000.
- F. Jarabo, N. Elortegui, J. Jarabo “ Fundamentos de Tecnología Ambiental”. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas S.L., 2000.
- S. Heier, “Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems”. John Wiley & Sons. 1998.
- G.L. Johnson, “Wind Energy Systems”. Prentice-Hall, INC. 1985.
- P. Gipe, “ Energía Eólica Práctica”. PROGENSA. 2000.

Referencias Bibliográficas De Internet

- <http://www.feriadelagua.es/feriavirtual/-energias-renovables.com>
Energías Renovables
- <http://html.rincondelvago.com/tipos-de-energias.com>
Tipos De Energías
- <http://www.renovables.serforem.com>
Tipos De Energía
- <http://www.desdemimundo.com/2008/09/aplicaciones-energia-eolica.com>
Aplicaciones Energía Eólica
- <http://www.ikkaro.com/generador-eolico.com>
Generador Eólico
- <http://www.giacobone.com/htm/aerogeneradores.com>

Aerogeneradores

- http://www.natureduca.com/energ_alterna_genereolic2.php.com

Energía Alternativa

- <http://www.conelec.gov.ec/>

Central Eólica Galápagos

- info@aeroenergia.com

Equipos

ANEXOS

Equipo Aerogenerador

Los aerogeneradores utilizados en AEROENERGIA son fabricados por la empresa danesa NEG MICON A/S , una de las mayores productoras de molinos de viento en el mundo.

Las turbinas constan de una torre tubular de 40 metros de altura, con el generador (es) y una hélice instalada en la parte superior de la misma. La hélice consta de tres aspas tipo LM 19.1 con un diámetro de giro de 44 metros.

Cada generador tiene una curva de potencia que determina el valor instantáneo de potencia a entregar a determinados valores de velocidad de viento en el centro del eje de la hélice. Ver figura 19.

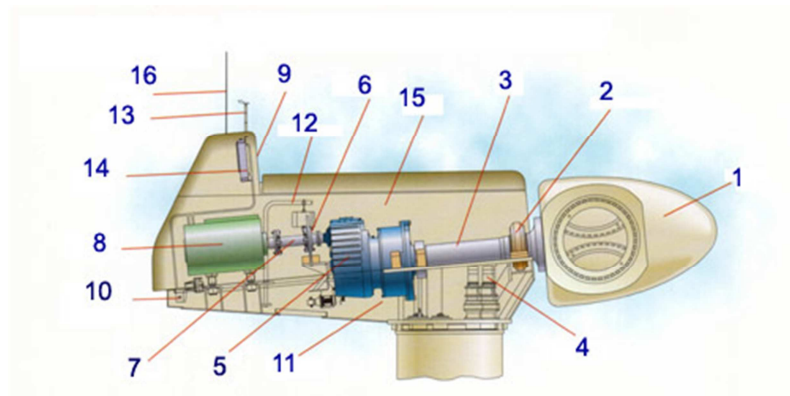


Figura 19. Partes de un Aerogenerador

1. Cubo esférico
2. Cojinete principal
3. Eje principal
4. Sistema de giro
5. Caja de engranajes
6. Freno de disco hidráulico

7. Acoplamiento flexible
8. Generador enfriado por líquido
9. Radiador
10. Intercambio de calor para enfriar el aceite de la caja de engranajes
11. Soporte de la caja de engranajes
12. Grúa para trabajos de mantenimiento
13. Anemómetro y veleta de dirección
14. Línea de agua
15. Cubierta
16. Pararrayos

El modelo 1500 de NEG Micon consta de 2 generadores, uno de 175 KW para aprovechar más eficientemente los bajos vientos y uno de 750 KW para vientos mayores a 6 m/s. La velocidad de giro de las aspas depende del generador que este operando el molino y varía de 22 rpm a 33 rpm.

El sistema de control del molino no permite cambios bruscos en la entrega de energía, además sigue la dirección del viento para el mejor aprovechamiento del recurso. El sistema de control de cada molino está conectado por medio de fibra óptica a un centro de operación, desde el cual se puede monitorear con una computadora personal y efectuar cualquier operación, ya sea de encendido y apagado o diferentes pruebas de las máquinas.

Cada molino utilizado tiene un peso aproximado total de 70 toneladas, compuesto por la torre de 35 toneladas, el nacelle o estructura del generador la cual pesa 23 toneladas y el rotor con peso aproximado de 12.5 toneladas.

Las turbinas NEG MICON A/S tienen un costo de mantenimiento muy bajo y son tan seguras que en Dinamarca se permite su instalación en zonas de recreo y de acceso público. El equipo está diseñado para una vida útil de 20 años.

El aprovechamiento de fuentes nuevas y renovables de energía ayudan a impulsar el desarrollo de nuestro país con sus fuentes autóctonas y a la vez reducen nuestra dependencia de costosos combustibles fósiles.

Es indudable que la energía eólica conjuntamente con otras fuentes de energía renovable tendrán una participación muy importante en el suministro mundial de energía en el futuro.

Turbinas Eólicas Pequeñas

Las turbinas eólicas pequeñas, de menos de 50 kilovatios, se utilizan para viviendas, antenas de telecomunicaciones, o para el bombeo de agua. A veces se utilizan las turbinas pequeñas junto con generadores diesel, baterías, y sistemas fotovoltaicos. Estos sistemas se llaman *sistemas eólicos híbridos* y se utilizan normalmente en sitios apartados, donde no es posible la conexión a la red eléctrica o en sitios donde la conexión a la red eléctrica es muy cara.

Turbinas Eólicas Grandes

Las turbinas eólicas grandes varían en tamaño, de 50 kilovatios a varios megavatios. Las turbinas grandes se agrupan en granjas eólicas, que proporcionan energía a la red eléctrica.

Producción de electricidad a través de turbinas eólicas

A continuación se representa un esquema con las principales partes de una turbina eólica como se muestra en la figura 20.

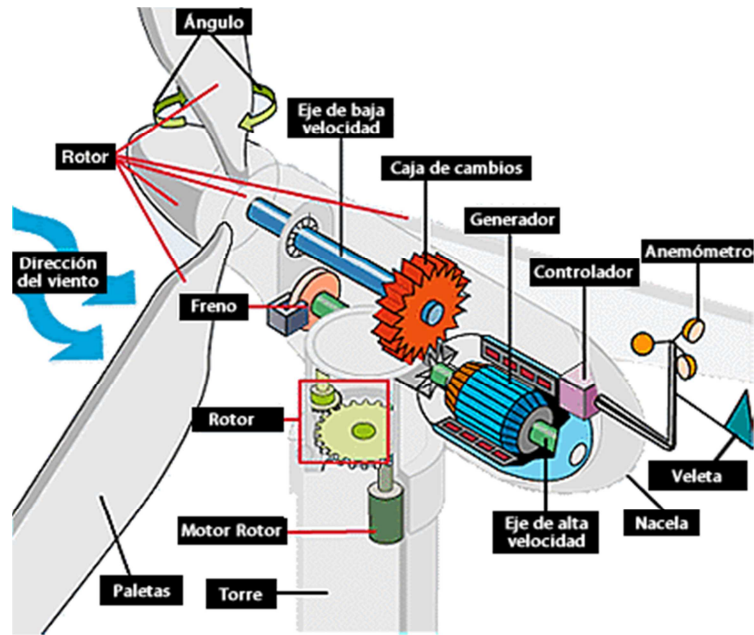


Figura 20. Turbinas Eólicas

Funcionamiento de una turbina eólica

La energía del viento da vueltas a dos o tres láminas a modo de propulsor alrededor de un rotor. El rotor está conectado con el eje principal, que hace girar un generador para crear electricidad.

Las turbinas eólicas se montan en una torre para capturar la máxima energía. A unos 30 metros de altura o más, pueden aprovechar viento más rápido y menos turbulento.

Las turbinas eólicas se pueden utilizar para producir electricidad para un solo hogar o edificio, o pueden ser conectadas a la red de electricidad

Tabla de ejemplos de aerogeneradores


		
GENERADORES EÓLICOS		
Marca	Origen	Observaciones
SWWP	EEUU	Pedido realizado
GE	EEUU	No aceptan distribuidores nuevos, ventas ya comprometidas hasta fin de año.
SIEMENS	Alemania	Precios altos, sin stock.
VESTAS	Dinamarca, Australia, China	Generación desde 850KW hasta Megageneración.
SUZLON	India	Solo megageneración
XANTREX	Canadá	Generación media de entre 10KW a 1.5MW

Tabla N° 6. Ejemplos de generadores

TABLA DE EJEMPLOS DE BATERÍAS

BATTERIES														
Brand/Model	Type	Price (\$US)	Date of Price	Nominal Voltag	Ah C/100	Ah C/20	Ah C/10	Ah C/5	Weight (kg)	L (cm)	W (cm)	H (cm)	Cover	Posts
Trojan														
24TMX	Flooded	134	June06	12		85		70	21	28.6	17.1	24.8		WNT
27TMX	Flooded	118	June06	12		105		85	25	32.4	17.1	24.8		WNT
27TMH				12		115		95	27	32.4	17.1	24.8		AP, UT, WNT
30XHS				12		130		105	30	35.5	17.1	25.6		AP, UT, WNT
SG-70	Gel			12		75		65	24	27.9	16.8	22.3		LT, BTN
SG-90	Gel			12		86		77	28	32.7	16.8	22.3		LT, BTN
24-AGM	AGM			12		80		61	24	25.9	16.8	22.6		APW
27-AGM	AGM			12		100		76	30	30.5	16.8	23.3		APW
31-AGM	AGM			12		110		83	32	33.2	17.4	22.1		APW
4D-AGM	AGM			12		165		131	52	53	20.9	23.7		APW
8D-AGM	AGM			12		230		179	70	52.1	26.9	22.6		APW
J150	Flooded	185	June06	12		150		125	38	35.1	17.8	27.6		EAPS
MK / Deka														
8GU1	Gel (Sealed 2 PSI)			12	36	31.6		26.5	11	19.7	13	18.4	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8GU1H	Gel (Sealed 2 PSI)	69	June06	12	36	31.6		26.5	11	21.1	13	18.4	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G40	Gel (Sealed 2 PSI)			12		40		34	14.4	19.7	16.8	17.5	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G22NF	Gel (Sealed 2 PSI)	101	June06	12	58	50.6		42	17.1	23.8	14	23.5	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G24	Gel (Sealed 2 PSI)	140	June06	12	84.5	73.6		63	24.3	27.6	17.1	25.1	Polypropylene	Forged terminals and bushings
24 PERM	Gel (Sealed 2 PSI)			12		73.6		63	24.3	26	17.1	21	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G27	Gel (Sealed 2 PSI)	169	June06	12	99	86.4		72	28.7	32.4	17.1	25.1	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G30H	Gel (Sealed 2 PSI)			12	108	97.6		80.5	32.5	32.9	17.1	24.8	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G31	Gel (Sealed 2 PSI)	165	June06	12	108	97.6		80.5	32.5	32.9	17.1	23.8	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G31DT	Gel (Sealed 2 PSI)	200	June06	12		97.6		80.5	32.5	32.9	17.1	23.8	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G2C2	Gel (Sealed 2 PSI)	187	June06	6	198	180		147	31	26	18.1	27.6	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G4D	Gel (Sealed 2 PSI)	340	June06	12	210	183		152.5	58.9	52.7	21.6	25.4	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8G8D	Gel (Sealed 2 PSI)	408	June06	12	265	225		188	72.9	52.7	27.9	25.4	Polypropylene	Forged terminals and bushings
8AU1	AGM (Sealed)	102	June06	12	37				11	27.7	13	18.4		
8A22NF	AGM (Sealed)	152	June06	12	63				17.5	23.8	14	23.5		
8A24	AGM (Sealed)	190	June06	12	91				24	26	17.1	25.1		
Sonnenschein														
4 OP zV 240				2	240			200	20	10.5	20.8	39.8	ABS	F-M8
5 OP zV 300				2	300			250	23	12.6	20.8	39.8	ABS	F-M8

◀ ▶ ⏪ ⏩
Solar Panels
/
Inverters
/
Charge Controllers
/
Batteries
◀ ▶

TABLA DE EJEMPLOS DE REGULADORES

CHARGE CONTROLLERS (page 1 of 2)														
Brand/Model	Price (\$US)	Warranty	Date of price	PV Current (A)	Load Current (A)	System Voltage (V)	Type of Low Voltage Disconnect	Earthing	Display	Short Circuit Protection	Reverse Polarity Protection	Tropicalization	Max. Cable Size	Dimensions (cm)
Morningstar SunGuard: For Professional Consumer														
sG-4		5 yr		4.5	None	12	None	negative	No	No	No	Epoxy	wire leads	6.4x5.1x3.8
Morningstar SHS: Controller for Rural Home Systems														
SHS-6		2 yr		6	6	12	11.5 V	negative	3 LEDs	Yes	Yes	PCB Coating	4 mm ²	17.5x7.6x4.8
SHS-10		2 yr		10	10	12	11.5 V	negative	3 LEDs	Yes	Yes	PCB Coating	4 mm ²	17.5x7.6x4.8
Morningstar SunSaver: For Professional Consumer, Oil/Gas														
L=LVD														
SS-6-12V	\$43.00	5 yr	June06	6.5	10	12	None	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-6L-12V	\$55.00	5 yr	June06	6.5	6	12	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-10-12V	\$55.00	5 yr	June06	10	10	12	None	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-10L-12V	\$69.00	5 yr	June06	10	10	12	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-10L-24V	\$67.00	5 yr	June06	10	10	24	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-20L-12V	\$89.00	5 yr	June06	20	20	12	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
SS-20L-24V	\$97.00	5 yr	June06	20	20	24	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	15.2x5.5x3.4
Morningstar SunLight: For Automatic Lighting Control														
SL-10L-12V	\$94.00	5 yr	June06	10	10	12	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	16.8x5.5x3.4
SL-10L-24V	\$93.00	5 yr	June06	10	10	24	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	16.8x5.5x3.4
SL-20L-12V		5 yr		20	20	12	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	16.8x5.5x3.4
SL-20L-24V		5 yr		20	20	24	sealed/flooded	negative	2 LEDs	No	No	Epoxy	5.2 mm ²	16.8x5.5x3.4
Morningstar ProStar: For Professional Consumer														
PS-15	\$119.00	5 yr	June06	15	15	12/24	slid / fld / gel	negative	LEDs	Yes	Yes	PCB Coating	16 mm ²	15.3x10.5x5.5
PS-15M	\$155.00	5 yr	June06	15	15	12/24	slid / fld / gel	negative	Digital	Yes	Yes	PCB Coating	16 mm ²	15.3x10.5x5.5
PS-15M-48V		5 yr		15	15	48	slid / fld / gel	negative	Digital	Yes	Yes	PCB Coating	16 mm ²	15.3x10.5x5.5
PS-15M-48V-PG		5 yr		15	15	48	slid / fld / gel	positive	Digital	Yes	Yes	PCB Coating	16 mm ²	15.3x10.5x5.5
PS-30	\$139.00	5 yr	June06	30	30	12/24	slid / fld / gel	positive	LEDs	Yes	Yes	PCB Coating	16 mm ²	15.3x10.5x5.5

TABLA DE EJEMPLOS DE INVERSORES

INVERTERS														
Brand/Model	Price (US\$)	Warranty	Date of price	Continuous Output (V)	Peak Surge Capacity (V unless noted)	Continuous Surge Capacity (V unless noted)	Charge Rate (A)	Amp Breaker (A)	DC Input (V _{oc})	AC Output (V)	Freq (Hz)	Efficiency (%)	Wave Form	Encl
Trace/Xantrax														
Trace DR 1512	\$624.00		June06	1500	3200		0-70	175	10.8-15.5	120	60	94	modified sine wave	
Trace DR 2412	\$817.00		June06	2400	4200		0-120	175	10.8-15.5	120	60	94	modified sine wave	
Trace DR 1524	\$624.00		June06	1500	6000		0-35	250	21.6-31	120	60	94	modified sine wave	
Trace DR 2424	\$817.00		June06	2400	7000		0-70	175	21.6-31	120	60	95	modified sine wave	
Trace DR 1512E	\$765.00	2 yr	June06	1500	20 amps AC		0-70		10.9-15.5	230	50	94	modified sine wave	Indoor, venti
Trace DR 1524E	\$765.00	2 yr	June06	1500	20 amps AC		0-30		21.8-31	230	50	94	modified sine wave	Indoor, venti
Trace DR 2424E	\$1,079.00	2 yr	June06	2400	40 amps AC		0-70		21.8-31	230	50	94	modified sine wave	Indoor, venti
Trace DR 3624	\$998.00		June06	3600	10000		0-70	250	21.6-31	120	60	95	modified sine wave	
Xantrax PS 2512	\$1,999.00		June06	2500		50 amps	0-130	250	12				sine wave	
Xantrax PS 2524	\$2,175.00		June06	2500		75 amps	0-65	175	24				sine wave	
Trace SW 2512	\$2,279.00		June06	2500			150 max		12	120	60	90	sine wave	Steel w
Trace SW 4024	\$2,179.00		June06	4000	8000		120 max		24	120	60	94	sine wave	Steel w
Trace SW 3024E	\$2,619.00		June06	3300			100 max		24	230	50	94	sine wave	Steel w
Trace SW 4048	\$2,179.00		June06	4000			60 max		48	120	60	95	sine wave	Steel w
Trace SW 3048E	\$2,619.00		June06	3300			50 max		48	230	50	95	sine wave	Steel w
Trace SW 5548	\$2,795.00		June06	5500	9500		75 max		48	120	60	96	sine wave	Steel w
Trace SW 4548E	\$3,049.00		June06	4500			60 max		48	230	50	96	sine wave	Steel w
Trace UX 512E				500					12	230	50	92	modified sine wave	Steel w
Trace UX 612E				600					12	120	60	92	modified sine wave	Steel w
Trace UX 1112	\$595.00	2 yr	June06	1100					12	120	60	90	modified sine wave	Steel w
Trace UX 1112E				1100					12	230	50	90	modified sine wave	Steel w
Trace UX 1412	\$646.00	2 yr	June06	1400					12	120	60	92	modified sine wave	Steel w
Outback														
Outback FX 2024	\$1,749.00		June06	2000	70 amps AC	50 amps AC		175	20-33		60	92		powderc
Outback FX 2548	\$1,819.00		June06	2500	70 amps AC	50 amps AC		100	40-66		60	93		powderc
VFX 2812	\$1,749.00		June06	2800	70 amps AC	50 amps AC		250	12		60	>90		powderc
VFX 3524	\$1,699.00		June06	3500	70 amps AC	50 amps AC		250	24		60	>90		powderc
VFX 3648	\$1,755.00		June06	3600	70 amps AC	50 amps AC		175	48		60	>90		powderc
Whistler														
Whistler 3000	\$385.00	2 yr	June06	3000	5000				10-15	10 +/- 5%		90	modified sine wave	
Whistler 2000	\$249.00	2 yr	June06	2000	4000				10-15	10 +/- 5%		90	modified sine wave	

[Solar Panels](#) /
 [Inverters](#) /
 [Charge Controllers](#) /
 [Batteries](#) /
 [<](#)