

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA

**CONEXIÓN DEL AEROGENERADOR EXISTENTE EN EL ITSA A
LAS PUERTAS AUTOMÁTICAS DE INGRESO Y SALIDA DEL
EDIFICIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
AERONÁUTICO**

POR:

CHASI GUERRERO JULIO CESAR

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. CHASI GUERRERO JULIO CESAR, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

Ing. Wilson Vinuesa

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 26 de Agosto del 2010

DEDICATORIA

En primer lugar dedico a Dios por darme la vida y su protección. También dedico este trabajo a todas aquellas personas que han colaborado en mi formación como profesional y en especial **A MI FAMILIA** por brindarme todo el apoyo necesario para terminar con éxito la educación durante mi permanencia en el instituto.

Chasi Guerrero Julio Cesar

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes del ITSA que han inculcado sus conocimientos y han permitido que me forme como profesional.

También agradezco a Dios y a mis padres por darme la vida y enseñarme a luchar día a día para alcanzar mis objetivos.

Agradezco especialmente al Ing. Wilson Vinuesa por haberme ayudado con su asesoramiento para la realización de este proyecto de graduación.

Chasi Guerrero Julio Cesar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Ítem	Detalle	Pág.
	Portada.....	I
	Certificación.....	II
	Dedicatoria.....	III
	Agradecimiento.....	IV
	Índice de contenido.....	V
	Índice de tablas.....	VIII
	Índice de figuras.....	VIII
	Índice de fotos.....	IX
	Índice de anexos.....	XI
	Resumen.....	XII
	Summary.....	XIII
 CAPÍTULO I		
1	Tema.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación e importancia.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general.....	2
1.3.2	Objetivo específico.....	2
1.4	Alcance.....	3
 CAPÍTULO II		
2	Marco teórico.....	4
2.1	Introducción.....	4
2.2	Historia de la energía eólica.....	5
2.3	Origen de la energía eólica.....	7
2.4	Los aerogeneradores desvían el viento.....	10
2.4.1	El tubo de corriente.....	11
2.4.2	Distribución de la presión del aire en la parte delantera y trasera del rotor.....	11

Ítem	Detalle	Pág.
2.5	Potencia desarrollada por un aerogenerador.....	12
2.6	Partes de un aerogenerador.....	14
2.7	Aerodinámica en aerogeneradores.....	17
2.7.1	¿Qué es lo que hace que el rotor gire?.....	17
2.7.2	Sustentación.....	18
2.7.3	Pérdida de sustentación.....	18
2.7.4	Resistencia aerodinámica.....	19
2.8	Principio de funcionamiento del aerogenerador.....	19
2.9	Historia de las puertas automáticas.....	20
2.9.1	Mecanismos de las puertas automáticas.....	21
2.9.2	Automatización de puertas.....	22
2.9.3	Tipos de puertas automáticas.....	22
2.9.4	El selector de funciones.....	22
2.10	Inversor.....	24
2.10.1	Introducción.....	24
2.11	Concepto básico de un inversor.....	25
2.11.1	Funcionamiento básico.....	26
2.11.2	Parámetros característicos de un inversor.....	28
2.12	Análisis de señales.....	29
2.12.1	Análisis de señal de corriente continua.....	29
2.12.2	Señal de corriente alterna.....	30
2.13	Como trabajan los inversores.....	30
2.14	¿Para qué sirve un inversor de voltaje?.....	31
2.15	¿Cuál es la diferencia entre un inversor de voltaje y un convertidor de voltaje?.....	31
2.16	¿Cuál es el tamaño de inversor de voltaje requerido?.....	31
2.17	¿Cómo saber la cantidad de watts exigido por un aparato eléctrico?.....	31
2.18	Contactador.....	32
2.18.1	Introducción.....	32

Ítem	Detalle	Pág.
2.19	Descripción del contactor.....	34
2.19.1	Partes de un contactor.....	34
2.19.2	Carcasa.....	35
2.19.3	Electroimán.....	35
2.19.4	Armadura.....	37
2.19.5	Contactos.....	38
2.19.5.1	Contactos principales.....	38
2.19.5.2	Contactos secundarios.....	40
2.20	Funcionamiento del contactor.....	41
2.20.1	Clasificación de los contactores.....	41
2.22.2	Categoría de empleo.....	42
2.21	Criterios para la elección de un contactor.....	43
2.22	Ventajas del uso de los contactores.....	44
2.23	Causa del deterioro de los contactores.....	44
2.23.1	Deterioro en la bobina.....	45
2.23.2	Deterioro en el núcleo y armadura.....	45
2.23.3	Deterioro en los contactos.....	46
2.24	Contacto GMC 9 - GMC 12 - GMC 18 - GMC 22.....	47

CAPÍTULO III

3	Desarrollo del tema.....	48
3.1	Preliminares.....	48
3.2	Planificación.....	48
3.2.1	Funcionamiento correcto del aerogenerador existente en el ITSA.....	49
3.2.2	Equipos que hacen falta para el objetivo trazado.....	56
3.2.3	Ubicación adecuada de los equipos.....	59
3.2.4	Cableado de los equipos para que funcionen las puertas automáticas con el aerogenerador.....	65
3.3	Conexión del aerogenerador a las puertas automáticas.....	68
3.4	Tabla de fallas.....	71
3.5	Tabla de mantenimiento.....	72

CAPÍTULO IV

Ítem	Detalle	Pág.
4	Conclusiones y recomendaciones.....	73
4.1	Conclusiones.....	73
4.2	Recomendaciones.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Detalle	Pág.
CAPÍTULO II		
2.1	Dirección de viento dominante.....	10
2.2	Contactor GMC 9 - GMC 12 - GMC 18 - GMC 22.....	47
CAPÍTULO III		
3.1	Tabla de fallas.....	71
3.2	Tabla de mantenimiento.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Fig. #	Detalle	Pág.
2.1	Ejemplo de navegación en vela.....	5
2.2	Ejemplo de molinos de viento.....	6
2.3	Ejemplo de molino multipala.....	6
2.4	Aerogenerador de tres palas.....	7
2.5	Muestra las áreas calientes de la tierra.....	8
2.6	Imagen del movimiento del viento.....	8
2.7	Movimiento del aire cálido.....	9
2.8	Aerogeneradores desvían el viento.....	10
2.9	Presión del aire en el eje vertical.....	11
2.10	Cantidad de aire que llegara al rotor de un aerogenerador en un tiempo.....	12

Fig. #	Detalle	Pág.
2.11	La potencia del viento es proporcional al cubo de la velocidad del viento.....	13
2.12	Partes de un aerogenerador.....	14
2.13	Orientación de la turbina.....	16
2.14	Anemómetro y la vela.....	17
2.15	Imagen de un avión.....	17
2.16	Sustentación.....	18
2.17	Perdida de sustentación.....	18
2.18	Ejemplo de puertas automáticas.....	21
2.19	Selector de funciones.....	22
2.20	Posición cerrada	22
2.21	Posición de entrada y salida	23
2.22	Posición de STOP.....	23
2.23	Posición semi-abierta	23
2.24	Posición abierta.....	23
2.25	Los inversores controlados son en realidad convertidores de cuatro cuadrantes.....	26
2.26	Señal de corriente continua.....	29
2.27	Señal de corriente alterna.....	30
2.28	Descripción del contactor.....	34
2.29	Partes de un contactor.....	34
2.30	Contactos.....	38
2.31	Contactador GMC 9.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. #	Detalle	Pág.
	CAPÍTULO III	
3.1	Contactador GMC 9.....	58

ÍNDICE DE FOTOS

Foto #	Detalle	Pág.
CAPÍTULO III		
3.1	Parte interna del aerogenerador con agua.....	49
Foto #	Detalle	Pág.
3.2	Porta escobilla con escobillas con agua.....	50
3.3	Porta escobilla con escobillas oxidadas.....	50
3.4	Porta escobilla oxidado.....	51
3.5	Limpieza de la parte interna del aerogenerador.....	51
3.6	Limpieza interna del aerogenerador.....	52
3.7	Mantenimiento de las escobillas y porta escobillas.....	52
3.8	Armado de las escobillas.....	53
3.9	Armado y sellado del aerogenerador.....	53
3.10	Aerogenerador ya dado mantenimiento.....	54
3.11	Armado del aerogenerador.....	54
3.12	Ubicación del aerogenerador en la terraza del ITSA.....	55
3.13	Instalación del aerogenerador en la terraza del ITSA.....	55
3.14	Funcionamiento del aerogenerador en la terraza del ITSA.....	56
3.15	Controlador de voltaje, corriente y disipador de voltaje.....	56
3.16	Batería solar.....	57
3.17	Inversor DF1751.....	57
3.18	Breaker y foco de señalización.....	58
3.19	Inversor DF1751 y resistencia de carga.....	59
3.20	Herramientas de construcción.....	60
3.21	Controlador de voltaje y corriente.....	60
3.22	Taladro, batería, controlador de voltaje y corriente.....	61
3.23	Armado y ubicación de los equipos.....	61
3.24	Armado y ubicación del inversor.....	62
3.25	Ubicación de la batería solar.....	62
3.26	Armado y ubicación de los equipos.....	63
3.27	Cuarto de máquinas en donde se encuentran los equipos.....	63
3.28	Primera energía eólica producida por el aerogenerador.....	64
3.29	Cuarto de máquinas de donde sale en cableado.....	65

Foto #	Detalle	Pág.
3.30	Cableado que baja de la terraza del ITSA.....	65
3.31	Cableado que baja de la terraza del ITSA.....	66
3.32	Cableado que baja de la terraza del ITSA al breaker que está en planta baja, parte superior izquierda de la puerta de ingreso del Instituto.....	66
3.33	Cableado que va del breaker a la otra puerta automática ITSA...	67
3.34	Cableado que va del breaker a la otra puerta automática ITSA...	67
3.35	Cuarto de máquinas de donde sale en cableado.....	68
3.36	Cableado que baja de la terraza del ITSA al breaker que está en planta baja, parte superior izquierda de la puerta de ingreso del Instituto.....	69
3.37	Foco que señala la utilización de la energía eólica.....	69
3.38	Circuito de conmutación.....	70
3.39	Pista del circuito de conmutación.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Anteproyecto aprobado.....	84
Anexo B	Circuito interno del RegulaPower DF 1751.....	139
Anexo C	Especificaciones del aerogenerador existente y equipos adecuados que se utilizaron para el funcionamiento de las puertas.....	140
Anexo D	Especificación de un aerogenerador y sus equipos con sus respectivas conexiones.....	141
Anexo E	Conexión de un aerogenerador con sus respectivos equipos.....	142
Anexo F	Características de las puertas automáticas.....	143
Anexo H	Comportamiento ambiental en Ecuador.....	144
Anexo I	Representación esquemática del circuito de conmutación.....	145

RESUMEN

El presente trabajo de grado se desarrolló con la necesidad de poner en funcionamiento el aerogenerador existente en el ITSA ya que el mismo estuvo sin funcionar alrededor de 7 meses. Para poder desarrollar el trabajo de grado se procedió a investigar y probar en que condiciones se encontraba el aerogenerador y ver con que equipos se contaba para hacer un análisis de los equipos que se necesitaría para desarrollar el trabajo de grado.

Una vez ya hecho los análisis de los equipos con los que se contaban y comprobar que estén funcionando correctamente, se halló que el aerogenerador no estaba entregando el voltaje y corriente que se especificaba en las características del mismo, para poder realizar el trabajo de grado debía funcionar correctamente el aerogenerador ya que era uno de los equipos mas importantes para desarrollar el trabajo de grado, en razón de no estar funcionando adecuadamente se procedió a desarmarlo para darle el respectivo mantenimiento, una vez desarmado se encontró y observó que había agua interna, pero como se sabe que el aerogenerador esta diseñado para estar en la intemperie, se procedió a darle el mantenimiento al aerogenerador ya que las escobillas y porta escobillas se encontraban oxidadas y no hacían el contacto que se necesita para que entregue en voltaje y corriente especificadas por el fabricante del aerogenerador.

Dado el mantenimiento necesario y sellamiento respectivo para que no ingrese ningún tipo de humedad al aerogenerador, se procedió a comprar los equipos que se necesitaría para cumplir el trabajo de grado.

Contando una vez con todos los equipos y herramientas que se necesitaría para realizar el proyecto de grado, se procedió a la instalación de los equipos y conexión, que se encuentran en el cuarto de máquinas que está en la terraza de ITSA, para que funcionen las puertas automáticas con la energía eólica, siempre y cuando el flujo del viento sea el necesario para que funcionen las puertas automáticas, de no ser así se instaló un circuito para que haga el cambio de corriente es decir de la corriente del aerogenerador a la corriente que entrega la empresa eléctrica y así las puertas automáticas estén funcionando constantemente sin ningún tipo de interrupción.

SUMMARY

The present work of grade development with the need for operating the existing wind turbine in the ITSA and that it was not working about 7 months. In order to develop degree work was further investigated and tested in that condition was the wind turbine and see which teams had to make an analysis of equipment would need to develop degree work.

Once done and analysis of equipment with which they had and make sure they are functioning properly, it was found that the wind turbine was not delivering the voltage and current that was specified in the characteristics, in order to do the job grade should properly operate the turbine as it was one of the most important equipment to develop degree work, because you are not working properly proceeded to give the corresponding disassembled for maintenance once disarmed was found and observed that water was inside, but as is well known that the turbine is designed to be outdoors, they proceeded to give the wind turbine maintenance and brushes and brush holders were rusty and did not touch you need to hand in voltage and current specified by the wind turbine manufacturer.

Given the respective sealing necessary maintenance and to avoid any moisture enter the wind turbine, we proceeded to buy the equipment would be needed to meet degree work.

Telling a time with all the equipment and tools needed to make the project grade, we proceeded to the installation of equipment and connections, which are located in the engine room is on the terrace of ITSA, to operate the automatic doors with wind power, as long as the wind flow is necessary to operate the automatic doors, if not a circuit was installed to make the change in current is the flow of the current wind turbine Utility delivery and automatic doors and are working constantly without any interruption.

CAPÍTULO I

TEMA

CONEXIÓN DEL AEROGENERADOR EXISTENTE EN EL ITSA A LAS PUERTAS AUTOMÁTICAS DE INGRESO Y SALIDA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

1.1 Antecedentes

Proyecto de investigación presentado por el Sr. Gustavo Mora, alumno egresado de la carrera de Mecánica, cuyo tema fue “ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

También se utilizó el proyecto de investigación presentado por el Sr. Santiago Olovacha, alumno de la carrera de Mecánica, cuyo tema fue “ENSAMBLAJE DE UN AEROGENERADOR CON SU RESPECTIVA TORRE PARA EL I.T.S.A.”, la información de estos proyectos sirve de base tanto para el aspecto físico y técnico, para la mejor utilización del aerogenerador la cual es de mucha ayuda para la investigación que se está realizando.

1.2 Justificación e Importancia¹

El ITSA (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico), tiene como misión formar los mejores profesionales aeronáuticos, íntegros e innovadores, competitivos y entusiastas, a través del aprendizaje por logros aportando así, al desarrollo de nuestra patria.

Está claro que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO es una institución creada para brindar servicios de carácter educativo a nivel tecnológico para alumnos civiles y militares en las carreras de: Mecánica, Electrónica Mención en Instrumentación & Aviónica, Telemática, Logística, Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre; siendo un instituto que busca siempre el mejoramiento de sus instalaciones con el fin de que los

¹ [http://www http.itsafae.edu.ec/mision.html](http://www.http.itsafae.edu.ec/mision.html)

estudiantes, docentes y personal que ocupe sus instalaciones tengan los mejores servicios.

La presente investigación se realizó con el propósito de darle utilidad al aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para que este tenga alguna utilidad con el propósito de economizar energía eléctrica y darle utilidad al mismo.

El aspecto positivo de la presente investigación sería la utilización de la energía renovable, que ayudaría al ahorro de la energía eléctrica del Instituto y al progreso de una nueva utilidad de los recursos renovables.

Debido a un análisis minucioso realizado de la capacidad que puede alimentar el aerogenerador, se concluyó que la mejor utilidad de la energía renovable que entrega el aerogenerador sería excelente para que funcionen las puertas automáticas tanto de entrada y salida del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y de esta manera aportar al ahorro económico y de energía eléctrica que utiliza el ITSA.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar la conexión del aerogenerador existente en el ITSA a las puertas automáticas de ingreso y salida del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de las características eléctricas de las puertas de acceso, para la conexión del aerogenerador.
- Verificar el correcto funcionamiento del aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Implementar el circuito necesario para que funcionen las puertas automáticas con la energía que entrega el aerogenerador.

- Comprobar el correcto funcionamiento de las puertas automáticas con la energía que entrega el aerogenerador.

1.4 Alcance

El presente proyecto busca poner en funcionamiento el aerogenerador existente en el ITSA ya que genera energía renovable, y de esta manera ayudar al ahorro económico y de energía eléctrica que utiliza el Instituto.

El propósito de este proyecto es utilizar al máximo la energía renovable del aerogenerador para que funcionen las 24 horas del día las puertas automáticas del Instituto siempre que el flujo de viento así lo permita.

Toda esta investigación se la realizará con el fin de mejorar el servicio que ofrece el Institución para el beneficio de las personas que ocupen las Instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

El proyecto consiste en transformar la energía almacenada por el aerogenerador en una batería, a corriente alterna monofásica para alimentar los motores de las puertas automáticas de entrada y salida del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

En términos generales, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, en energía eléctrica.

Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas; estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Desde que “Nikola Tesla”² descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo.

Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta.

Así, los países industrializados o del primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que se destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatologías extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentes, tipos de calentadores de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda.

² Nikola Tesla fue la inspiración para el arquetipo del científico loco. Nacido en lo que hoy es Croacia a finales del XIX

2.2 Historia de la energía eólica³

Aunque el aprovechamiento de la energía eólica data de las épocas más remotas de la humanidad (existen grabados egipcios sobre navegación a vela fechados 500 años a. c) la primera noticia que se tiene al respecto se refiere a un molino que Herón de Alejandría construyó en el siglo II antes de C. para proporcionar aire a su órgano.



Figura 2.1 Ejemplo de navegación en vela

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Los más antiguos molinos que se conocen eran de eje vertical. Hacia el siglo VIII aparecieron en Europa, procedentes del este, grandes molinos de eje horizontal con cuatro aspas. Su fabricación en gran número, en particular por los holandeses, les hizo alcanzar una gran firmeza, pese a que debido a las dimensiones de sus aspas distaban mucho de recoger el máximo de potencia. Necesitaban una regulación de la orientación de la tela. Los molinos de viento de eje horizontal han de hacer siempre frente al viento. Estos molinos eran muy adecuados para vientos del orden de 5 m/s, es decir, unos 20 km/h.

Es a partir de los siglos XII-XIII cuando empieza a generalizarse el uso de los molinos de viento para la elevación de agua y la molienda de grano, los más

³ www.aeroconstrucion.com

antiguos aparecieron en Turquía, en Irán y en Afganistán. A principios del siglo XII. Europa se llenó a su vez de molinos, sobre todo en Bélgica y en los Países bajos. Los molinos holandeses tienen cuatro aspas de lona, mientras que los de Baleares y Portugal tienen seis, y los de Grecia, doce. Los molinos con gran número de palas determinan velocidades de rotación relativamente bajas y un funcionamiento útil a partir de velocidades del viento del orden de 2 m/s.



Figura 2.2 Ejemplo de molinos de viento

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Todos estos molinos se mantendrán hasta bien entrado el siglo XIX. El desarrollo de los molinos de viento se interrumpe con la revolución industrial y la utilización masiva de vapor, la electricidad y los combustibles fósiles como fuentes de energía motriz. Es sin embargo en la segunda mitad del siglo XIX cuando tiene lugar uno de los más importantes avances en la tecnología del aprovechamiento del viento, con la aparición del popular molino multipala americano, utilizado para bombeo de agua prácticamente en todo el mundo y cuyas características habrían de sentar las bases para el diseño de los modernos generadores eólicos.



Figura 2.3 Ejemplo de molino multipala

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Fue entre las dos últimas guerras cuando aparecieron como consecuencia de los progresos técnicos de las hélices de aviación, los grandes aerogeneradores de dos o tres palas. En ellos se transforma la energía cinética del viento en energía mecánica primero y en energía eléctrica posteriormente.



Figura 2.4 Aerogenerador de tres palas

Fuente: www.aeroconstrucion.com

2.3 Origen de la energía eólica

Todas las fuentes de energía renovables (excepto la mareomotriz y la geotérmica), incluso la de los combustibles sólidos, provienen, en último término del Sol. El Sol irradia 10^{14} kw·h de energía hacia la Tierra. En otras palabras, si tenemos en cuenta que $1 \text{ kw}\cdot\text{h} = 3.600.000$ julios y esta energía se transmite en una hora, la Tierra recibe del Sol 10^{17} w de potencia.

Alrededor de un 1 a un 2% de la energía proveniente del Sol es convertible en energía eólica. Esto supone una energía alrededor de 50 a 100 veces superior a la convertida en biomasa por todas las plantas de la Tierra. El viento se produce por las diferencias de temperaturas que alcanzan diferentes partes de la Tierra.

Las regiones alrededor del Ecuador, a 0° de latitud, son calentadas por el sol más que las zonas del resto del globo. Las áreas calientes están indicadas en la figura 2.5 en colores cálidos, rojo, naranja y amarillo.

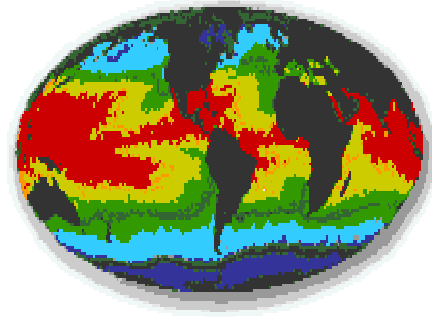


Figura 2.5 Muestra las áreas calientes de la tierra

Fuente: www.aeroconstrucion.com

El aire caliente es más ligero que el aire frío, por lo que subirá hasta alcanzar una altura aproximada de 10 km y se extenderá hacia el norte y hacia el sur. Si el globo terrestre no rotara, el aire simplemente llegaría al Polo Norte y al Polo Sur. Si consideramos el movimiento de rotación de la Tierra, el modelo de circulación global del aire sobre el planeta se hace mucho más complicado.



Figura 2.6 Imagen del movimiento del viento

Fuente: www.aeroconstrucion.com

En el hemisferio norte, el movimiento del aire en las capas altas tiende a desviarse hacia el ESTE y en las capas bajas hacia el OESTE, por efecto de las fuerzas de inercia de Coriolis. En el hemisferio sur ocurre al contrario. Estas fuerzas de Coriolis aparecen en todas las partículas cuyo movimiento esté asociado a unos ejes de referencia que a su vez está sometido a un movimiento de rotación.

De esta forma, el ciclo que aparecía en un planeta estático, ahora se subdivide. El aire que asciende en la zona cálida del ecuador se dirige hacia el

polo a una velocidad de 2m/s, desviándose hacia el ESTE a medida que avanza hacia el NORTE.

Al alcanzar la zona subtropical su componente es demasiado elevada y desciende, volviendo al ecuador por la superficie. Por encima de este ciclo subtropical se forma otro de característica semejante aunque en este caso es el aire cálido que ha descendido en la zona subtropical es el que se desplaza por la superficie terrestre hasta que alcanza la zona subpolar en donde vuelve a ascender enlazando con el ciclo polar.

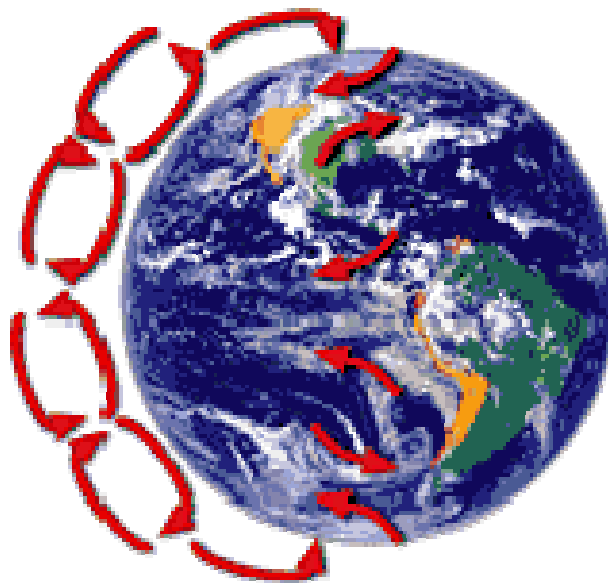


Figura 2.7 Movimiento del aire cálido
Fuente: www.aeroconstrucion.com

Este modelo de circulación, todavía se ve perturbado por la formación de torbellinos que se generan en las zonas de interpolación de los diferentes ciclos. La componente transversal de la velocidad del viento genera unas olas, que poco a poco se van incrementando hasta que la circulación se rompe, produciéndose unos torbellinos que se mueven independientemente. Estos núcleos borrascosos se generan periódicamente y transportan grandes masas de aire frío hacia el alterando las condiciones climáticas en zonas de latitud inferior.

Tabla 2.1 Dirección de viento dominante

Dirección de viento dominante						
Latitud	90-60°N	60-30°N	30-0°N	0-30°S	30-60°S	60-90°S
Dirección	NE	SO	NE	SE	NO	SE

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Realizado por: Julio Chasi

Las direcciones dominantes del viento son importantes para el emplazamiento de un aerogenerador, ya que obviamente querremos situarlo en un lugar en el que haya el mínimo número de obstáculos posibles para las direcciones dominantes del viento. Sin embargo la geografía local puede influenciar en los resultados de la tabla anterior.

2.4 Los aerogeneradores desvían el viento

Un aerogenerador desviará el viento antes incluso de que el viento llegue al plano del rotor. Esto significa que nunca seremos capaces de capturar toda la energía que hay en el viento utilizando un aerogenerador.

En la imagen tenemos el viento que viene desde la derecha y usamos un mecanismo para capturar parte de la energía cinética que posee el viento (en este caso usamos un rotor de tres palas, aunque podría haberse tratado de cualquier otro mecanismo).

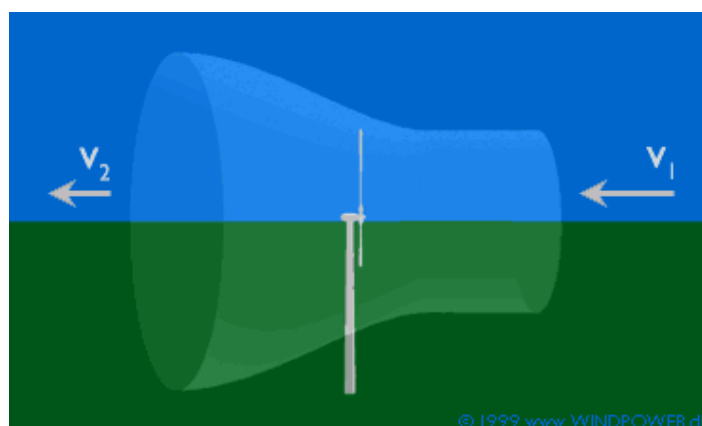


Figura 2.8 Aerogenerador desvían el viento

Fuente: www.aeroconstrucion.com

2.4.1 El tubo de corriente

El rotor de la turbina eólica debe obviamente frenar el viento cuando captura su energía cinética y la convierte en energía rotacional. Esto implica que el viento se moverá más lentamente en la parte izquierda del rotor que en la parte derecha. Dado que la cantidad de aire que pasa a través del área barrida por el rotor desde la derecha (por segundo) debe ser igual a la que abandona el área del rotor por la izquierda, el aire ocupará una mayor sección transversal (diámetro) detrás del plano rotor.

Este efecto puede apreciarse en la figura 2.8, donde se muestra un tubo imaginario, el llamado tubo de corriente, alrededor del rotor de la turbina eólica. El tubo de corriente muestra cómo el viento moviéndose lentamente hacia la izquierda ocupará un gran volumen en la parte posterior del rotor. El viento no será frenado hasta su velocidad final inmediatamente detrás del plano del rotor. La ralentización se producirá gradualmente en la parte posterior del rotor hasta que la velocidad llegue a ser prácticamente constante.

2.4.2 Distribución de la presión del aire en la parte delantera y trasera del rotor

La figura 2.9 muestra la presión del aire en el eje vertical, siendo el eje horizontal la distancia al plano del rotor. El viento llega por la derecha, estando situado el rotor en el centro del gráfico.



Figura 2.9 Presión del aire en el eje vertical

Fuente: www.aeroconstrucion.com

La presión del aire aumenta gradualmente a medida que el viento se acerca al rotor desde la derecha, ya que el rotor actúa de barrera del viento. Observe que la presión del aire caerá inmediatamente detrás del plano del rotor (parte izquierda), para enseguida aumentar de forma gradual hasta el nivel de presión normal en el área.

2.5 Potencia desarrollada por un aerogenerador

La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende como hemos visto, de la densidad del aire, " d ", del área de barrido del rotor, " A ", y de la velocidad del viento, " v ".

La energía cinética de una masa de aire, " m ", moviéndose a una velocidad, " v ", responde a la expresión:

$$E = 1/2 mv^2$$

Si el volumen de aire que se mueve es " V " y tiene una densidad " d " su masa será; $m = V \cdot d$, con lo que su energía cinética será:

$$E_c = 1/2 dVv^2$$

La cantidad de aire que llegará al rotor de un aerogenerador en un tiempo " t " dependerá de: el área de barrido del rotor " A " y de la velocidad del viento.

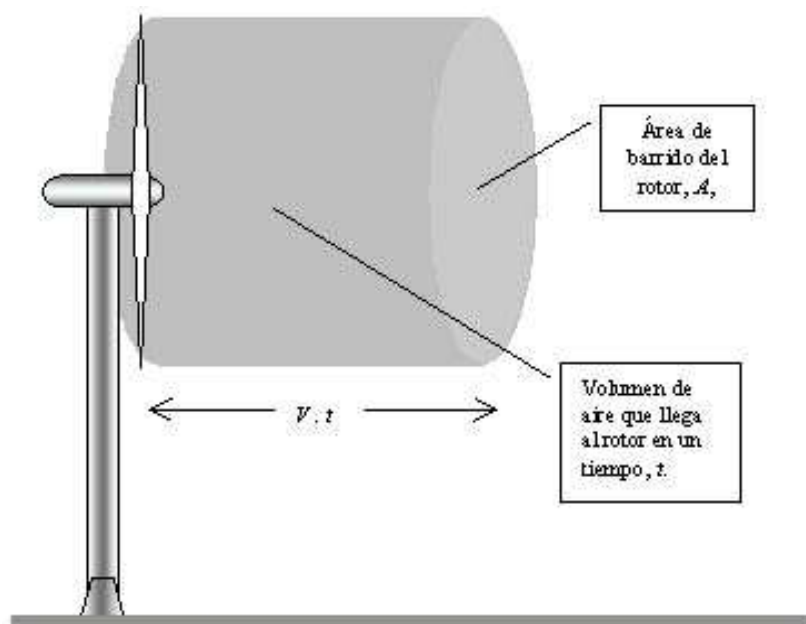


Figura 2.10 Cantidad de aire que llegara al rotor de un aerogenerador en un tiempo

Fuente: www.aeroconstrucion.com

El volumen del aire que llega al rotor será:

$$V = Avt$$

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

$$E_c = 1/2 dAvt^2$$

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

Y la potencia aportada al rotor será:

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

Como se observa, La potencia del viento es proporcional al cubo de la velocidad del viento.

La figura 2.11 muestra que con una velocidad del viento de 8 m/s obtenemos una potencia de 314 W por cada metro cuadrado expuesto al viento (viento incidente perpendicularmente al área barrida por el rotor). A 16 m/s obtendremos una potencia ocho veces mayor, 2.509 W/m².

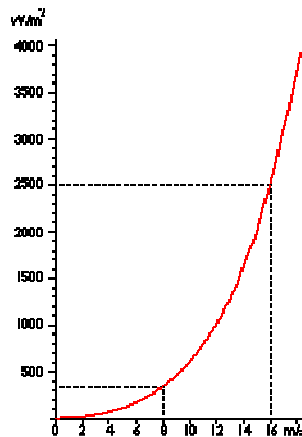


Figura 2.11 La potencia del viento es proporcional al cubo de la velocidad del viento

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Como también hemos visto anteriormente el aerogenerador ralentiza el viento al pasar por el rotor, hasta un 2/3 de su velocidad inicial. Lo que significa que no se aprovecha toda la energía cinética que el viento aporta al rotor, existiendo una ley, llamada *Ley de Benz* que nos dice: "Sólo puede convertirse menos de 16/27 (el 59%) de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador".

2.6 Partes de un aerogenerador

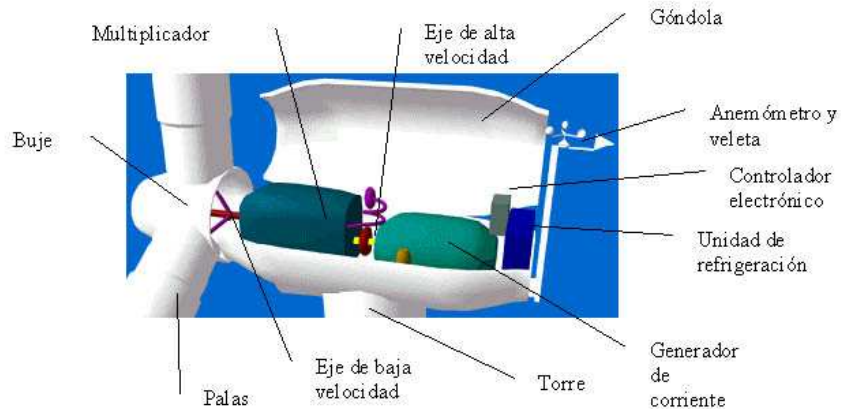


Figura 2.12 Partes de un aerogenerador

Fuente: www.aeroconstruccion.com

- La góndola

Contiene los componentes clave del aerogenerador, incluyendo el multiplicador y el generador eléctrico. El personal de servicio puede entrar en la góndola desde la torre de la turbina. A la izquierda de la góndola tenemos el rotor del aerogenerador, es decir las palas y el buje.

- Las palas del rotor

Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. En un aerogenerador moderno de 600 KW cada pala mide alrededor de 20 metros de longitud y su diseño es muy parecido al del ala de un avión.

- El buje

El buje del rotor está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador.

- El eje de baja velocidad

Conecta el buje del rotor al multiplicador. En un aerogenerador moderno de 600 KW el rotor gira muy lento, a unas 19 a 30 revoluciones

por minuto (r.p.m.) El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.

- El multiplicador

Tiene a su izquierda el eje de baja velocidad. Permite que el eje de alta velocidad que está a su derecha gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad.

- El eje de alta velocidad

Gira aproximadamente a 1.500 r.p.m. lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico. Está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

- El generador eléctrico

Suele ser un generador asíncrono o de inducción. En los aerogeneradores modernos la potencia máxima suele estar entre 500 y 1.500 KW.

- El controlador electrónico

Es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción (por ejemplo, un sobrecalentamiento en el multiplicador o en el generador), automáticamente para el aerogenerador y llama al ordenador del operario encargado de la turbina a través de un enlace telefónico mediante modem.

- La unidad de refrigeración

Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contiene una unidad refrigerante por aceite empleada

para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores refrigerados por agua.

- La torre

Soporta la góndola y el rotor. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento aumenta conforme nos alejamos del nivel del suelo. Una turbina moderna de 600 KW tendrá una torre de 40 a 60 metros (la altura de un edificio de 13 a 20 plantas). Las torres pueden ser bien torres tubulares (como lo muestra en el figura) o torres de celosía. Las torres tubulares son más seguras para el personal de mantenimiento de las turbinas ya que pueden usar una escalera interior para acceder a la parte superior de la turbina. La principal ventaja de las torres de celosía es que son más baratas.

- El mecanismo de orientación

Está activado por el controlador electrónico, que vigila la dirección del viento utilizando la veleta.

La figura 2.13 muestra la orientación de la turbina. Normalmente, la turbina sólo se orientará unos pocos grados cada vez, cuando el viento cambia de dirección.

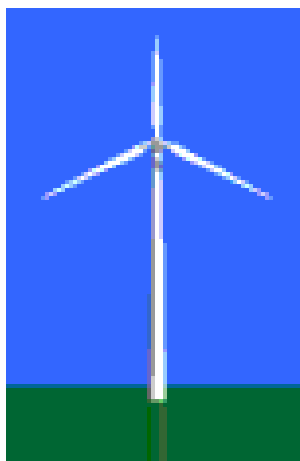


Figura 2.13 Orientación de la turbina
Fuente: www.aeroconstrucion.com

- El anemómetro y la veleta



Figura 2.14 Anemómetro y la veleta

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Las señales electrónicas del anemómetro son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para conectarlo cuando el viento alcanza aproximadamente 5 m/s. El ordenador parará el aerogenerador automáticamente si la velocidad del viento excede de 25 m/s, con el fin de proteger a la turbina y sus alrededores. Las señales de la veleta son utilizadas por el controlador electrónico para girar el aerogenerador en contra del viento, utilizando el mecanismo de orientación

2.7 Aerodinámica en aerogeneradores

2.7.1 ¿Qué es lo que hace que el rotor gire?

La respuesta parece obvia: el viento. Pero en realidad, no se trata simplemente de moléculas de aire que chocan contra la parte delantera de las palas del rotor. Los aerogeneradores modernos toman prestada de los aviones y los helicópteros tecnología ya conocida, además de tener algunos trucos propios más avanzados, ya que los aerogeneradores trabajan en un entorno realmente muy diferente, con cambios en las velocidades y en las direcciones del viento.

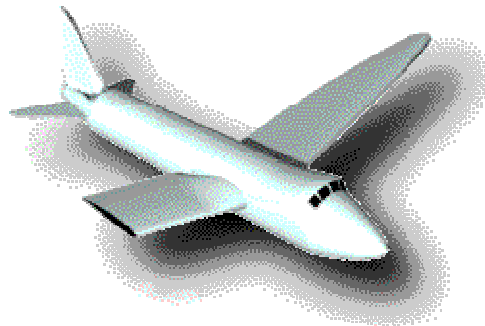


Figura 2.15 Imagen de un avión

Fuente: www.aeroconstrucion.com

2.7.2 Sustentación



Figura 2.16 Sustentación

Fuente: www.aeroconstrucion.com

La razón por la que un aeroplano puede volar es que el aire que se desliza a lo largo de la superficie superior del ala se mueve más rápidamente que el de la superficie inferior. Esto implica una presión más baja en la superficie superior, lo que crea la sustentación, es decir, la fuerza de empuje hacia arriba que permite al avión volar. La sustentación es perpendicular a la dirección del viento.

2.7.3 Pérdida de sustentación



Figura 2.17 Pérdida de sustentación

Fuente: www.aeroconstrucion.com

Ahora bien, ¿qué es lo que ocurre cuando un avión se inclina demasiado hacia atrás en un intento de subir más rápidamente? La sustentación del ala va de hecho a aumentar, pero en la figura 2.17 puede verse que de repente, el flujo del aire de la superficie superior deja de estar en contacto con la superficie del ala. En su lugar, el aire gira alrededor de un vórtice irregular (condición que también se conoce como turbulencia). Bruscamente, la sustentación derivada de la baja presión en la superficie del ala desaparece. Este fenómeno es conocido como pérdida de sustentación.

Un avión perderá la sustentación si la forma del ala va disminuyendo demasiado rápido conforme el aire se mueve a lo largo de su dirección general del movimiento (por supuesto, no va a ser el ala propiamente dicha la que cambie su forma, sino el ángulo que forma el ala con la dirección general de la corriente, también conocido como ángulo de ataque. Observe que la turbulencia es creada en la cara posterior del ala en relación con la corriente de aire.

La pérdida de sustentación puede ser provocada si la superficie del ala del avión (o la pala del rotor de un aerogenerador) no es completamente uniforme y lisa. Una mella en el ala o en la pala del rotor, o un trozo de cinta adhesiva, pueden ser suficiente para iniciar una turbulencia en la parte trasera, incluso si el ángulo de ataque es bastante pequeño. Obviamente, los diseñadores de aviones intentan evitar la pérdida de sustentación a toda costa, ya que un avión sin la sustentación de sus alas caerá como si fuera una piedra.

2.7.4 Resistencia aerodinámica

Sin embargo, los diseñadores de aviones y los de palas de rotor no sólo se preocupan de la sustentación y de la pérdida de sustentación. También se preocupan de la resistencia del aire, conocida en el argot técnico como resistencia aerodinámica. La resistencia aerodinámica normalmente aumentará si el área orientada en la dirección del movimiento aumenta.

2.8 Principio de funcionamiento del aerogenerador

El generador auto-exitado por imanes rotantes es un sistema simple de generación de energía eléctrica, la generación primaria se realiza en CORRIENTE ALTERNA, luego pasa por el rectificador transformándola en CORRIENTE CONTINUA. El rotor monta los imanes de ferrite que son los encargados de generar el campo magnético rotante.

Este eje a su vez está montado sobre rodamientos de larga duración haciendo así un generador de bajo mantenimiento. El estator del generador posee bobinado de cobre de gran precisión y calidad de acabado. Todo el conjunto generador se encuentra sellado para impedir la entrada de agua y polvo aumentando así su vida útil en servicio continuo. La carcasa protectora de aluminio posee un aleteado para la refrigeración del conjunto generador rectificador.

La cola o timón de orientación posee la característica de retirar el conjunto ante elevados vientos que puedan comprometer su resistencia mecánica, orientando luego de disminuir la velocidad del viento al aerogenerador a barlovento. El montante con la torre está diseñado de tal forma que hace las

veces de colector con porta-carbones que trasladan la energía que produce el aerogenerador al cable de bajada al regulador, montado sobre 2 rodamientos estancos, simple y de gran resistencia.

2.9 Historia de las puertas automáticas⁴

La evolución de la tecnología no ha dejado rincón sin influenciar, es cierto que lo más probable, cuando se menciona “aparatos modernos”, lo primero que se viene por la cabeza sea una notebook, un reproductor de mp3 o un televisor digital. Pero existen otros dispositivos que son mucho más comunes y que también han sido innovados por los avances tecnológicos, hablando de las puertas automáticas; una simple puerta era un objeto que se operaba manualmente cada vez que se quería salir o entrar en un cuarto o dependencia, hoy esta simple acción se ha vuelto incluso más sencilla mediante un sistema de automatización.

Las primeras puertas automáticas fueron aquellas destinadas a los ascensores, justamente lo que se intentó con el diseño de estas puertas era hacer el trabajo de esta máquina mucho más simple evitando que las mismas permanezcan sin funcionar debido a que una persona cerró incorrectamente alguna de las puertas en cuestión.

Las puertas automáticas modernas sustituyen a las antiguas de tipo manual pero la ventaja es que para remplazar estas últimas no se necesita de obra manual; las puertas manuales de los ascensores dificultan el acceso a personas que tienen sus manos ocupadas o sufren de alguna discapacidad motriz y es por eso que precisan una apertura automática. Este problema queda resuelto mediante la instalación de una puerta automática que se adapta a las necesidades del individuo que usa el elevador; actualmente los diseños de estos elevadores son telescópicos de 4 hojas de apertura central; las puertas se abren y cierran mediante u operador de alto rendimiento y funcionamiento silencioso, las ventajas más significativas radican en la fiabilidad, funcionamiento, seguridad y estética.

⁴ <http://www.maquinariapro.com/tecnologia/puertas-automaticas.html>

2.9.1 Mecanismos de las puertas automáticas

Pero no son únicamente los ascensores los que cuentan con puertas automáticas, las mismas se ubican en los shoppings, tiendas, edificios, supermercados, hospitales y hasta complejos de cine como restaurantes; su funcionamiento consiste en carros corredizos que se encargan de sostener el colgado de las hojas de las puertas las cuales pueden estar confeccionadas en madera, aluminio o cristal templado.

El arrastre de dichos carros se realiza por medio de una correa dentada de goma, conocida también con el nombre de correa motriz, ésta se acciona por un motor de 24 volts; para que la apertura de la puerta se realice automáticamente puede usarse cualquier sensor que posea un contacto abierto o un pulsador; el cierre de la misma también se realiza de forma automática.

Todos los movimientos se controlan por un sistema numérico evitando desajustes, su sistema está provisto de dos velocidades y un freno o bloqueo y velocidad final; todas las puertas automáticas cuentan con distintos sistemas de seguridad.



Figura 2.18 Ejemplo de puertas automáticas

Fuente: <http://www.maquinariapro.com/tecnologia/puertas-automaticas.htm>

La barrera infrarroja es la que se encarga de evitar que la puerta se cierre si alguna persona está cruzándola, su apertura antipánico actúa en caso de que algún individuo toque las hojas móviles de la puerta mientras ésta se cierra y por último, las puertas automáticas cuentan con un bloqueo general del sistema el cual se manifiesta si alguna falla del mecanismo de la puerta ocurre (falencias en los ciclos de apertura o cerrado).

2.9.2 Automatización de puertas

Cada día es más habitual la automatización de puertas y cerramientos de entrada a viviendas y locales, debido a la comercialización de sistemas completos y a la reducción de precio tanto de los sistemas electrónicos de control como a la de los motores y accionamientos mecánicos.

2.9.3 Tipos de puertas automáticas

Existen varios tipos de puertas y cerramientos automáticos, siendo los más habituales:

- Puertas correderas automáticas
- Puertas basculantes automáticas

2.9.4 El selector de funciones⁵

El selector de funciones es un componente que se instala junto a la puerta automática y permite seleccionar el modo de trabajo de la puerta.

Normalmente este dispositivo cuenta con 5 funciones que describirán a continuación:



Figura 2.19 Selector de funciones

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

Posición cerrada: La puerta quedaría completamente cerrada, esta función se utilizaría cuando el local está cerrado y no se permite la entrada de clientes.

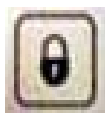


Figura 2.20 Posición cerrada

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

⁵ <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

Posición de entrada y salida: La puerta se abre y se cierra cuando se detecta el movimiento de alguna persona aproximándose hacia ella, permitiendo así, el tráfico de personas.



Figura 2.21 Posición de entrada y salida

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

Posición de STOP: Esta función es muy útil por ejemplo en un supermercado o tienda cuando es la hora de hacer el cierre, ya que nos permite bloquear la puerta desde fuera y dejarla activa desde dentro, permitiendo así que los últimos clientes que hay dentro del local puedan salir, pero en cambio impide la entrada a nuevos clientes que quieran entrar.



Figura 2.22 Posición de STOP

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

Posición semi-abierta: Los técnicos puedes graduar esta función para que la puerta solo se abra un determinado recorrido del total del ancho de la puerta.



Figura 2.23 Posición semi-abierta

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

Posición abierta: Cuando el tráfico de personas es muy elevado se recomienda usar la posición de apertura total dejando siempre la puerta completamente abierta.



Figura 2.24 Selector de funciones

Fuente: <http://todosobrepuertasautomaticas.blogspot.com/>

2.10 Inversor⁶

2.10.1 Introducción

Un inversor, también llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores son utilizados en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras, hasta aplicaciones industriales para manejar alta potencia. Los inversores también son utilizados para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc, en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.

Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual es utilizado para interrumpir la corriente entrante y generar una onda cuadrada.

Esta onda cuadrada alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda senoidal y produciendo el voltaje de salida necesario. Las formas de onda de salida del voltaje de un inversor ideal deberían ser sinusoidales.

Los inversores más modernos han comenzado a utilizar formas más avanzadas de transistores o dispositivos similares, como los tiristores, los triac's o los IGBT's.

Inversores más eficientes utilizan varios artificios electrónicos para tratar de llegar a una onda que simule razonablemente a una onda senoidal en la entrada del transformador, en vez de depender de éste para suavizar la onda.

Se pueden clasificar en general de dos tipos: 1) inversores monofásicos y 2) inversores trifásicos.

⁶ <http://ccpot.galeon.com/enlaces1737111.html>

Condensadores e inductores pueden ser utilizados para suavizar el flujo de corriente desde y hacia el transformador.

Además, es posible producir una llamada "onda senoidal modificada", la cual es generada a partir de tres puntos: uno positivo, uno negativo y uno de tierra. Una circuitería lógica se encarga de activar los transistores de manera que se alternen adecuadamente. Inversores de onda senoidal modificada pueden causar que ciertas cargas, como motores, por ejemplo; operen de manera menos eficiente.

Inversores más avanzados utilizan la modulación por ancho de pulsos con una frecuencia portadora mucho más alta para aproximarse más a la onda seno o modulaciones por vectores de espacio mejorando la distorsión armónica de salida. También se puede predistorsionar la onda para mejorar el factor de potencia.

Los inversores de alta potencia, en lugar de transistores utilizan un dispositivo de conmutación llamado IGBT (Insulated Gate Bipolar transistor ó Transistor Bipolar de Puerta Aislada).

2.11 Concepto básico de un inversor⁷

Los inversores controlados son en realidad convertidores de cuatro cuadrantes, es decir, el flujo de potencia instantánea ($P_o = V_o I_o$) durante dos intervalos no continuos de cuatro posibles viaja del lado de cd al lado de ca correspondiéndole un modo de operación de inversor. Sin embargo, durante los dos intervalos restantes no continuos, la potencia instantánea fluye del lado de ca al lado de cd, lo cual corresponde a un modo de operación de rectificador. Las variables empleadas para detectar dicho comportamiento son las correspondientes a la salida del inversor V_o e I_o , como se aprecia en la figura 2.25.

⁷ <http://html.rincondelvago.com/inversor-pwm.html>

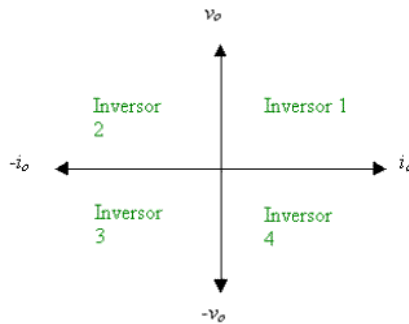


Figura 2.25 Los inversores controlados son en realidad convertidores de cuatro cuadrantes

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/inversor-pwm.html>

2.11.1 Funcionamiento básico

Con el propósito de obtener una señal de voltaje a la salida del inversor con la frecuencia deseada, se compara una señal de control senoidal a la frecuencia deseada con una señal de onda triangular. La frecuencia de la onda triangular corresponde a la frecuencia de interrupción del inversor y por lo general se mantiene constante. La frecuencia de la señal de control es conocida como la frecuencia modulante, mientras que la frecuencia de interrupción es conocida como frecuencia de acarreo. La señal de control se utiliza para modular la razón de servicio del interruptor. De lo anterior, se desprende que en la señal de salida es inevitable la presencia de armónicos y por tanto existen ciertas desviaciones de la señal de onda seno según el interés. La razón de modulación de la amplitud se verifica por la fórmula:

$V_{control}$: amplitud pico de la señal de control

V_{tri} : amplitud pico de la señal triangular.

La razón de modulación de la frecuencia se describe por la siguiente fórmula:

F_s : frecuencia de conmutación en los interruptores

F_1 : frecuencia modulante.

Los voltajes de salida que se obtienen dependen de la comparación de las señales y de la condición de los interruptores como se muestra a continuación:

- Cuando $v_{control} > v_{tri}$ y S1 está encendido, entonces $v_o = V_{dc}/2$
- Cuando $v_{control} < v_{tri}$ y S2 está encendido, entonces $v_o = -V_{dc}/2$

Para este inversor no es posible obtener condiciones de encendido simultáneo en los interruptores S1 y S2 y su voltaje siempre oscilará entre $V_{dc}/2$ y $-V_{dc}/2$. El espectro de sus armónicas presenta las siguientes características:

- El valor pico a la frecuencia fundamental es un múltiplo de $V_{dc}/2$, donde el factor de multiplicación es la razón de modulación de las amplitudes. Sin embargo, esto solo es cierto para $m_a < 1.0$.
- Las armónicas se identifican como anchos de banda muy cerca y alrededor de la frecuencia de acarreo como los múltiplos de ésta, siempre y cuando se respete la condición $m_a < 1.0$.

Donde el orden de la armónica se obtiene por: $h = j * m_f \pm k$

h: orden la armónica deseada

j: tiempo al que ocurre la armónica

m_f: razón de modulación de la frecuencia

k: k-ésimo ancho de banda a izquierda y derecha. Es posible determinar la frecuencia armónica utilizando la fórmula a continuación: $f_h = (j * m_f \pm k) * f_1$

f₁: la frecuencia de la componente fundamental de la señal de voltaje.

- La razón de modulación de la frecuencia debe tener un valor entero impar, puesto que las armónicas impares están presentes en la señal de salida y las armónicas pares desaparecen.

Las frecuencias de interrupción no pueden ser tan altas porque tienen el inconveniente de incrementar proporcionalmente las pérdidas por interrupción dentro del inversor. Esto se evita seleccionando frecuencias de interrupción por debajo de 6kHz o por arriba de 20kHz al rango audible. En las aplicaciones de 50 o 60Hz, donde se requieren frecuencia de salida en el inversor de 200Hz, se seleccionan razones de modulación menores que 9 para frecuencias de

interrupción menores de 2kHz, mientras que valores mayores de 100 son típicos a frecuencias de interrupción por arriba de 20KHz.

Las relaciones entre la señal triangular y la señal de control dependen del valor correspondiente de mf. Si dicho valor es muy pequeño ($mf < 21$), se requiere la sincronización de las señales adoptando un entero impar para mf y pendientes de polaridad opuesta al coincidir en el cruce por el cero para ambas señales. Por otro lado, si el valor es grande ($mf > 21$), entonces debe evitar emplear asíncronos porque los subarmónicos de secuencia cero provocan grandes corrientes, a pesar de que su magnitud es pequeña.

2.11.2 Parámetros característicos de un inversor⁸

Los parámetros característicos de un inversor son:

- Tensión nominal: es la tensión que se debe aplicar a los terminales de entrada del inversor. Los inversores disponibles comercialmente se ofrecen con tensiones nominales características de este tipo de sistemas.
- Potencia nominal: es la potencia que puede suministrar el inversor de forma continuada. Su rango comercial oscila normalmente entre los 100 y los 5000 vatios, aunque existen de potencias superiores.
- Capacidad de sobrecarga: se refiere a la capacidad del inversor para suministrar una potencia considerablemente superior a la nominal así como al tiempo que puede mantener esta situación. -Forma de onda: en los terminales de salida del inversor aparece una señal alterna caracterizada principalmente por su forma de onda y los valores de tensión eficaz y frecuencia de la misma.
- Eficiencia (o rendimiento): es la relación, expresada en tanto por ciento, entre las potencias presentes a la salida y a la entrada del inversor. Su valor depende de las condiciones de carga del mismo, es decir, de la potencia total de los aparatos de consumo alimentados por el inversor en relación con su potencia nominal. Además de las ya mencionadas, los

⁸ <http://www.jaensolar.com/infoinversor>

modernos inversores disponibles actualmente en el mercado disponen de toda una serie de características, entre las que destacan:

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.
- Protección térmica.
- Protección contra inversión de polaridad.
- Estabilización de la tensión de salida.
- Arranque automático.
- Señalización de funcionamiento y estado.

2.12 Análisis de señales⁹

2.12.1 Análisis de señal de corriente continua

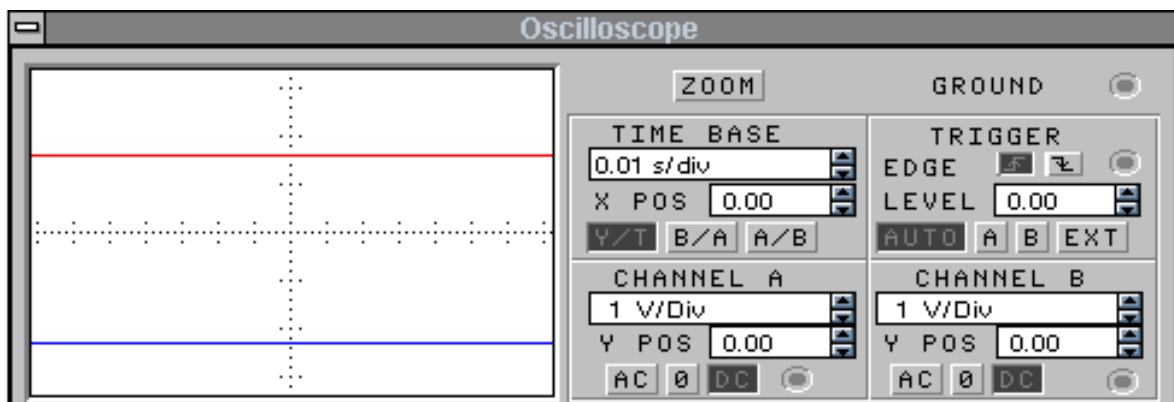


Figura 2.26 Señal de corriente continua

Fuente: http://html.rincondelvago.com/amplificadores-operacionales_5.html

Se puede observar que el voltaje de entrada representado en el osciloscopio por la señal del lado positivo del osciloscopio y es de 1,5 V. En cambio la señal de salida amplificada es mayor que el voltaje de entrada, cuyo valor es -2.31 V pero se encuentra en el lado negativo del eje. El osciloscopio tiene 1 V por división.

⁹ http://html.rincondelvago.com/amplificadores-operacionales_5.html

2.12.2 Señal de corriente alterna

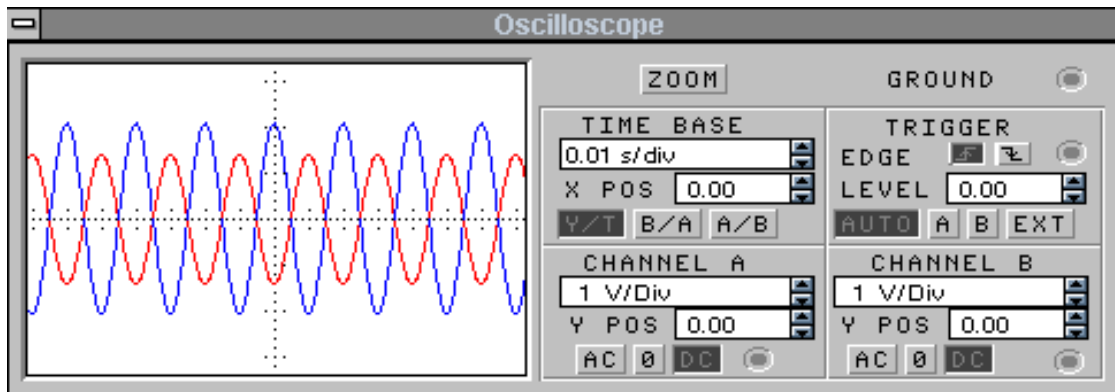


Figura 2.27 Señal de corriente alterna

Fuente: http://html.rincondelvago.com/amplificadores-operacionales_5.html

Se logra observar que la señal de entrada es la más pequeña y comienza en el lado positivo del osciloscopio, en cambio la señal amplificada comienza en el lado positivo del osciloscopio, en este caso los voltajes que entrega el osciloscopio son los voltajes máximos o voltajes “peak” que en el caso de la señal de entrada sería igual a $V_p = 1 * \sqrt{2} = 1.41 \text{ V}$ y en el voltaje amplificado es igual a $V_p = 1.46 * \sqrt{2} = 2.06 \text{ V}$. El osciloscopio tiene 1 V por división.

2.13 Como trabajan los inversores¹⁰

Un cargador o un convertidor de batería tomar potencia normal de la red y la cambia a CC. 12V de modo que usted pueda cargar sus baterías. Hace esto usando un transformador que reduzca el voltaje por un factor de 10 y un rectificador que cambie la CA (corriente alterna) en C.C. (corriente continua). Un inversor invierte este proceso aumentando el voltaje en 10 veces y creando la corriente CA de la corriente CC de la batería.

Los primeros inversores tenían varias desventajas: eran ineficaces, ellos producían ondas de salida inadecuadas (muchas aplicaciones no trabajaban o funcionaban mal) y no fueron diseñados para el ambiente marino. Esto ahora ha cambiado con la generación moderna de inversores como los de Heart y de StatPower.

¹⁰ <http://www.angelfire.com/ar/navsol/89.html>

2.14 ¿Para qué sirve un inversor de voltaje?¹¹

Los inversores de voltaje presentes en un sistema transforman la corriente continua generada por el aerogenerador en corriente alterna para que pueda ser utilizada por los distintos aparatos eléctricos.

2.15 ¿Cuál es la diferencia entre un inversor de voltaje y un convertidor de voltaje?

Ambos cumplen exactamente con la misma función: convertir la electricidad de un tipo de corriente a otra. Mientras el inversor de voltaje transforma la corriente continua (CC) en corriente alterna (AC), el convertidor de corriente hace lo contrario: convierte la corriente alterna (AC) en corriente continua (CC).

2.16 ¿Cuál es el tamaño de inversor de voltaje requerido?

Eso depende de cada caso particular. El tamaño de un inversor de voltaje está dado por el valor máximo de watts continuos que puede proveer el inversor de corriente o de voltaje. Por ello, el tamaño o capacidad de inversor de voltaje requerido guarda directa relación con la demanda de electricidad que exijan los aparatos eléctricos a los que desee proveer de energía eléctrica. Se debe tener en consideración que el inversor de voltaje deberá abastecer con electricidad continuamente a más de un aparato a la vez. Por ello, se debe asegurar elegir un inversor de voltaje que provea una cantidad de watts levemente superior a la requerida en un momento del tiempo y que obviamente sea capaz de hacer frente a potenciales peaks de demanda de energía.

2.17 ¿Cómo saber la cantidad de watts exigido por un aparato eléctrico?

La mayoría de los electrodomésticos tienen adosado una placa o etiqueta que indica el consumo de watts. En otras ocasiones, dicha información también

¹¹ http://www.solener.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=21

aparece publicada en el manual de usuario que acompaña al electrodoméstico o aparato eléctrico.

Si usted sólo cuenta con la información de amperes, aún así es posible calcular la cantidad de watts requerida por un artículo eléctrico, utilizando esta sencilla fórmula:

$$\text{AC amps} \times 220 \text{ volts} = \text{watts}$$

2.18 Contactor¹²

2.18.1 Introducción

Se puede definir al contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

Las energías utilizadas para accionar un contactor pueden ser muy diversas: mecánicas, magnéticas, neumáticas, fluídricas, etc. Los contactores corrientemente utilizados en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina, y a ello se refiere seguidamente.

Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles antagonistas que mantienen separada del núcleo una pieza, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos.

Así pues, característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad ó potencia. Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más comúnmente utilizadas, 24, 48, 220, y 380. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contador.

¹² http://html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html

El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro). El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660 V. para los contactores de normal utilización en la industria.

Cuando el fabricante establece la corriente característica de un contactor, lo hace para cargas puramente óhmicas y con ella garantiza un determinado número de maniobras, pero si el $\cos \theta$ de la carga que se alimenta a través del contactor es menor que uno, el contactor ve reducida su vida como consecuencia de los efectos destructivos del arco eléctrico, que naturalmente aumentan a medida que disminuye el $\cos \theta$.

Los contactores que utilizan las características y las recomendaciones C. E. I (Comité Electrotécnico Internacional), que establecen los siguientes tipos de cargas:

AC-1 Para cargas resistivas o débilmente inductivas $\cos \theta = 0,95$.

AC-2 Para cargas inductivas ($\cos \theta = 0,65$) .Arranque e inversión de marcha de motores de anillos rozantes.

AC-3 Para cargas fuertemente inductivas ($\cos \theta = 0,35$ a $0,65$). Arranque y desconexión de motores de jaula.

AC-4 Para motores de jaula: Arranque, marcha a impulsos y frenado por inversión.

Prácticamente, la casi totalidad de las aplicaciones industriales, tales como máquinas-herramientas, equipos para minas, trenes de laminación, puentes-grúas, etc., precisan de la colaboración de gran número de motores para realizar una determinada operación, siendo conveniente que puedan ser controlados por un único operador situado en un "centro de control", desde donde sea posible observar y supervisar todas las partes de la instalación. Esta clase de trabajo no se puede realizar con interruptores o cualquier otro elemento de gobierno que precise de un mando manual directo, debido a que el operador no tendría tiempo

material de accionar los circuitos que correspondiesen de acuerdo con las secuencias de trabajo. Estos y otros problemas similares pueden quedar solventados con el uso de contactores montados según un circuito de marcha-paro que se denomina "función memoria" y que es base de los automatismos eléctricos.

2.19 Descripción del contactor

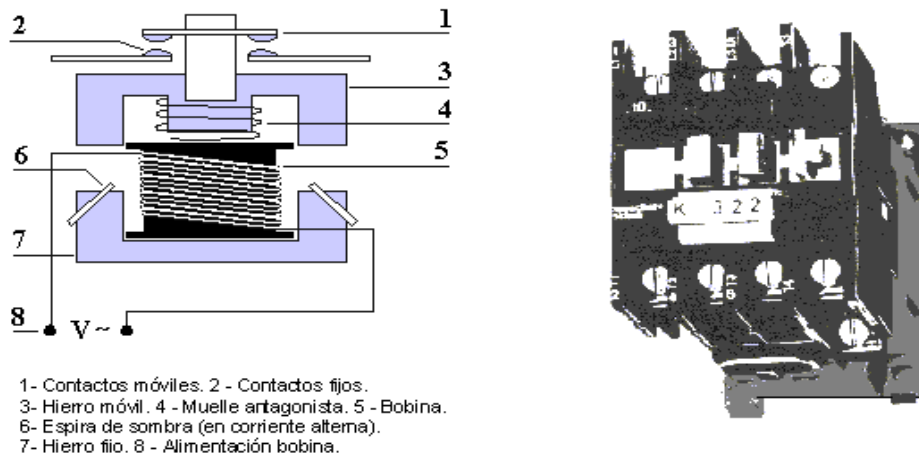


Figura 2.28 Descripción del contactor

Fuente: http://html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html

2.19.1 Partes de un contactor

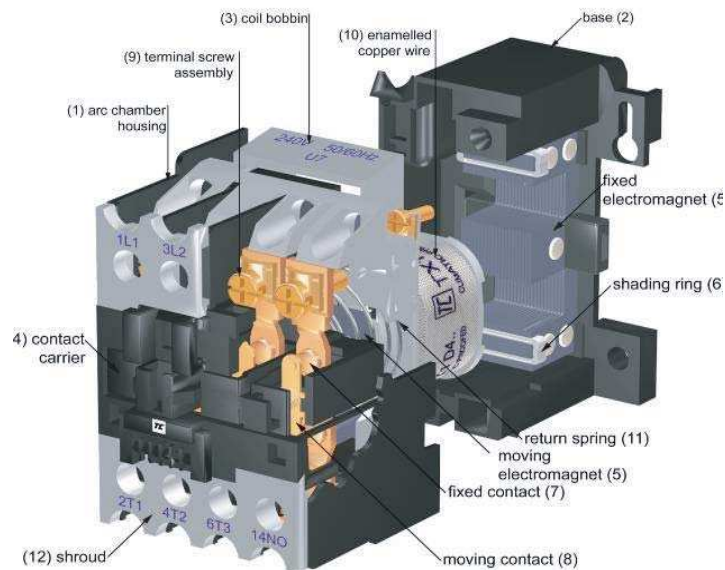


Figura 2.29 Partes del contactor

Fuente: http://html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html

2.19.2 Carcasa

La carcasa es el elemento en el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor, para lo cual es fabricada en un material no conductor con propiedades como la resistencia al calor, y un alto grado de rigidez. Uno de los más utilizados materiales es la fibra de vidrio pero tiene un inconveniente y es que este material es quebradizo y por lo tanto su manipulación es muy delicada. En caso de quebrarse alguno de los componentes no es recomendable el uso de pegantes.

2.19.3 Electroimán

También es denominado circuito electromagnético, y es el elemento motor del contactor.

Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en un campo magnético muy intenso mediante el cual se produce un movimiento mecánico aprovechando las propiedades electromagnéticas de ciertos materiales.

- Bobina

Consiste en un arrollamiento de alambre de cobre con unas características muy especiales con un gran número de espiras y de sección muy delgada para producir un campo magnético. El flujo magnético produce un par magnético que vence los pares resistentes de los muelles de manera que la armadura se puede juntar con el núcleo estrechamente.

- Bobina energizada con CA

Para el caso cuando una bobina se energiza con corriente alterna, se produce una corriente de magnitud muy alta puesto que solo se cuenta con la resistencia del conductor, ya que la reactancia inductiva de la bobina es muy baja debido al gran entrehierro que existe entre la armadura y el núcleo, esta corriente tiene factor de potencia por consiguiente alto, del orden de 0.8 a 0.9 y es llamada corriente de llamada.

Esta corriente elevada produce un campo magnético muy grande capaz de vencer el par ejercido por los muelles o resorte que los mantiene separados y de esta manera se cierra el circuito magnético uniéndose la armadura con el núcleo trayendo como consecuencia el aumento de la reactancia inductiva y así la disminución de hasta aproximadamente diez veces la corriente produciéndose entonces una corriente llamada corriente de mantenimiento con un factor de potencia más bajo pero capaz de mantener el circuito magnético cerrado.

Para que todo este procedimiento tenga éxito las bobinas deben ser dimensionadas para trabajar con las corrientes bajas de mantenimiento pues si no se acciona el mecanismo de cierre del circuito magnético la corriente de llamada circulará un tiempo más grande del previsto pudiendo así deteriorar la bobina.

- Bobina energizada con CC

En este caso no se presenta el fenómeno anterior puesto que las corrientes de llamada y de mantenimiento son iguales. La única resistencia presente es la resistencia de la bobina misma por lo cual las características y la construcción de estas bobinas son muy especiales.

La bobina puede ser energizada por la fuente de alimentación o por una fuente independiente.

- El núcleo

Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético con el fin de atraer la armadura eficientemente. Está construido de láminas de acero al silicio superpuestas y unidas firmemente unas con otras con el fin de evitar las corrientes parásitas.

El pequeño entrehierro entre la armadura y el núcleo se crea con el fin de eliminar los magnetismos remanentes.

Cuando circula una corriente alterna por la bobina es de suponerse que cuando la corriente pasa por el valor cero, el núcleo se separa de la armadura puesto que el flujo también es cero pero como esto sucede 120 veces en un

segundo (si la frecuencia es de 60Hz) por lo cual en realidad no hay una verdadera separación pero esto sin embargo genera vibraciones y un zumbido además del aumento de la corriente de mantenimiento; por esto las bobinas que operan con corriente alterna poseen unos dispositivos llamados espiras de sombra las cuales producen un flujo magnético desfasado con el principal de manera que se obtiene un flujo continuo similar al producido por una corriente continua.

2.19.4 Armadura

Es un elemento móvil muy parecido al núcleo pero no posee espiras de sombra, su función es la de cerrar el circuito magnético ya que en estado de reposo se encuentra separada del núcleo. Este espacio de separación se denomina entrehierro o cota de llamada.

Tanto el cierre como la apertura del circuito magnético suceden en un espacio de tiempo muy corto (10 milisegundos aproximadamente), todo debido a las características del muelle, por esto se pueden presentar dos situaciones.

- Cuando el par resistente es mayor que el par electromagnético, no se logra atraer la armadura.
- Si el par resistente es débil no se lograra la separación rápida de la armadura.

Cada una de las acciones de energizar o desenergizar la bobina y por consiguiente la atracción o separación de la armadura, es utilizada para accionar los contactos que obran como interruptores, permitiendo o interrumpiendo el paso de la corriente. Estos contactos están unidos mecánicamente (son solidarios) pero son separados eléctricamente.

2.19.5 Contactos

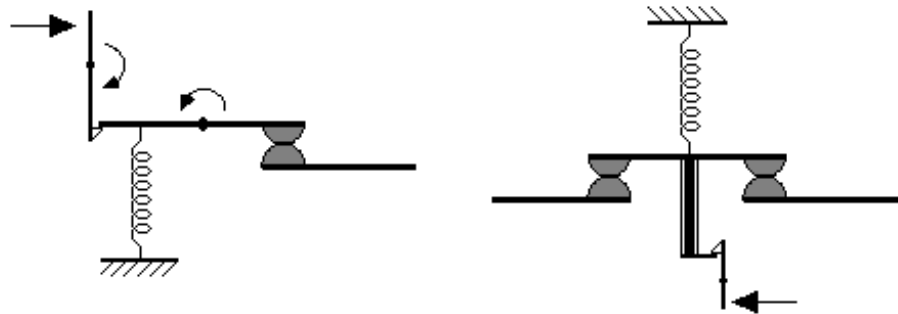


Figura 2.30 Contactos

Fuente: http://html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html

El objeto de estos elementos es permitir o interrumpir el paso de la corriente, son elementos conductores, los cuales se accionan tan pronto se energiza o se desenergiza la bobina por lo que se les denomina contactos instantáneos. Esta función la cumplen tanto en el circuito de potencia como en el circuito de mando.

Los contactos están compuestos por tres partes dos de las cuales son fijas y se encuentran ubicadas en la carcasa y una parte móvil que une estas dos y posee un resorte para garantizar el contacto

Las partes que entran en contacto deben tener unas características especiales puesto que al ser accionados bajo carga, se presenta un arco eléctrico el cual es proporcional a la corriente que demanda la carga, estos arcos producen sustancias que deterioran los contactos pues traen como consecuencia la corrosión, también las características mecánicas de estos elementos son muy importantes.

2.19.5.1 Contactos principales

Son los encargados de permitir o interrumpir el paso de la corriente en el circuito principal, es decir que actúa sobre la corriente que fluye de la fuente hacia la carga.

Es recomendable estar verificando la separación de estos que permiten que las partes fijas y móviles se junten antes de que el circuito magnético se cierre completamente, esta distancia se le denomina cota de presión. Esta no debe superar el 50%.

En caso de cambio de los contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

- Cambiar todos los contactos y no solamente el dañado.
- Alinear los contactos respetando la cota inicial de presión.
- Verificar la presión de cada contacto con el contactor en funcionamiento.
- Verificar que todos los tornillos y tuercas se encuentren bien apretados.

Debido a que operan bajo carga, es determinante poder extinguir el arco que se produce puesto que esto deteriora el dispositivo ya que produce temperaturas extremadamente altas, para esto, los contactos se encuentran instalados dentro de la llamada cámara apagachispas, este objetivo se logra mediante diferentes mecanismos.

- **Soplado por auto-ventilación:** Este dispositivo consiste en dos aberturas, una grande y una pequeña, al calentarse el aire, este sale por la abertura pequeña entrando aire fresco por la abertura grande y este movimiento de aire hace que se extinga la chispa.
- **Cámaras desionizadoras:** Estas cámaras consisten en un recubrimiento metálico que actúa como un disipador de calor y por esto el aire no alcanza la temperatura de ionización. Este método suele acompañarse por el soplado por auto-ventilación.
- **Transferencia y fraccionamiento del arco:** Consiste en dividir la chispa que se produce de manera que es más fácil extinguir chispas más pequeñas. Esto se realiza mediante guías en los contactos fijos.
- **Soplo magnético:** Este método emplea un campo magnético que atrae la chispa hacia arriba de la cámara aumentando de esta manera la

resistencia. Este método suele ir acompañado del soplado por auto-ventilación y debe realizarse en un tiempo no muy largo pero tampoco extremadamente corto.

2.19.5.2 Contactos secundarios

Estos contactos secundarios se encuentran dimensionados para corrientes muy pequeñas porque estos actúan sobre la corriente que alimenta la bobina del contactor o sobre elementos de señalización.

Dado que en ocasiones deben trabajar con los PLC estos contactos deben tener una confiabilidad muy alta.

Gran parte de la versatilidad de los contactores depende del correcto uso y funcionamiento de los contactos auxiliares. Normalmente los contactos auxiliares son:

- **Instantáneos:** Actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor.
- **De apertura lenta:** La velocidad y el desplazamiento del contacto móvil es igual al de la armadura.
- **De apertura positiva:** Los contactos abiertos y cerrados no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

Sin embargo se encuentran contactores auxiliares con adelanto al cierre o a la apertura y con retraso al cierre o a la apertura. Estos contactos actúan algunos milisegundos antes o después que los contactos instantáneos. Existen dos clases de contactos auxiliares:

- **Contacto normalmente abierto:** (NA o NO), llamado también contacto instantáneo de cierre: contacto cuya función es cerrar un circuito, tan pronto se energice la bobina del contactor. En estado de reposo se encuentra abierto.
- **Contacto normalmente cerrado:** (NC), llamado también contacto instantáneo de apertura, contacto cuya función es abrir un circuito, tan

pronto se energice la bobina del contactor. En estado de reposo se encuentra cerrado.

2.20 Funcionamiento del contactor

Cuando la bobina se energiza genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae a la armadura, con un movimiento muy rápido. Con este movimiento todos los contactos del contactor, principales y auxiliares, cambian inmediatamente y de forma solidaria de estado.

Existen dos consideraciones que debemos tener en cuenta en cuanto a las características de los contactores:

- **Poder de cierre:** Valor de la corriente independientemente de la tensión, que un contactor puede establecer en forma satisfactoria y sin peligro que sus contactos se suelden.
- **Poder de corte:** Valor de la corriente que el contactor puede cortar, sin riesgo de daño de los contactos y de los aislantes de la cámara apagachispas. La corriente es más débil en cuanto más grande es la tensión.

Para que los contactos vuelvan a su posición anterior es necesario desenergizar la bobina. Durante esta desenergización o desconexión de la bobina (carga inductiva) se producen sobre-tensiones de alta frecuencia, que pueden producir interferencias en los aparatos electrónicos.

Desde el punto de vista del funcionamiento del contactor las bobinas tienen la mayor importancia y en cuanto a las aplicaciones los contactos tienen la mayor importancia.

2.20.1 Clasificación de los contactores

Los contactores se pueden clasificar de acuerdo con:

- **Por su construcción.**

- **Contactores electromecánicos:** Son aquellos ya descritos que funcionan de acuerdo a principios eléctricos, mecánicos y magnéticos.
- **Contactores estáticos o de estado sólido:** Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como:
 - Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario.
 - La potencia disipada es muy grande (30 veces superior).
 - Son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante.
 - Su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.
 - Por el tipo de corriente eléctrica que alimenta la bobina.
 - Contactores para AC.
 - Contactores para DC.
 - Por los contactos que tiene.
 - Contactores principales.
 - Contactores auxiliares.

Por la carga que pueden maniobrar. Tiene que ver con la corriente que debe maniobrar el contactor bajo carga.

2.20.2 Categoría de empleo

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes.

Las categorías más usadas en AC son:

- AC1: Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0.95.
- AC2: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos.

Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque equivalentes a más o menos 2.5 la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

- AC3: Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha.

Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la corriente nominal absorbida por el motor. Es un corte relativamente fácil.

- AC4: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula.

Al cierre se produce el paso de la corriente de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. Su apertura provoca el corte de la corriente nominal a una tensión, tanto mayor como tanto mayor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la tensión de la red. El corte es severo.

En corriente continua se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5.

Un mismo contactor dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes corrientes.

2.21 Criterios para la elección de un contactor

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
- Potencia nominal de la carga.

- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo.

2.22 Ventajas del uso de los contactores

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización.

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presóstatos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

2.23 Causa del deterioro de los contactores

Cuando un contactor no funciona o lo hace en forma deficiente, lo primero que debe hacerse es revisar el circuito de mando y de potencia (esquemas y

montaje), verificando el estado de los conductores y de las conexiones, porque se pueden presentar falsos contactos, tornillos flojos etc.

Además de lo anterior es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos en cada una de las partes que componen el contactor:

2.23.1 Deterioro en la bobina

- La tensión permanente de alimentación debe ser la especificada por el fabricante con un 10% de tolerancia.
- El cierre del contactor se puede producir con el 85% de variación de la tensión nominal y la apertura con el 65%.
- Cuando se producen caídas de tensión frecuentes y de corta duración, se pueden emplear retardadores de apertura capacitivos.
- Si el núcleo y la armadura no se cierran por completo, la bobina se recalentará hasta deteriorarse por completo, por el aumento de la corriente de mantenimiento.

2.23.2 Deterioro en el núcleo y armadura

Cuando el núcleo y la armadura no se juntan bien y/o se separan, produciendo un campo electromagnético ruidoso, es necesario revisar:

- La tensión de alimentación de la bobina: si es inferior a la especificada, generará un campo magnético débil, sin la fuerza suficiente para atraer completamente la armadura.
- Los muelles, ya que pueden estar vencidos por fatiga del material, o muy tensos.

La presencia de cuerpos extraños en las superficies rectificadas del núcleo y/o armadura. Estas superficies se limpian con productos adecuados (actualmente se fabrican productos en forma de aerosoles). Por ningún motivo se deben raspar, lijar y menos limar.

2.23.3 Deterioro en los contactos

Cuando se presenta un deterioro prematuro es necesario revisar:

- Si el contactor corresponde a la potencia nominal del motor, y al número y frecuencia de maniobras requerido.
- Cuando la elección ha sido la adecuada y la intensidad de bloqueo del motor es inferior al poder de cierre del contactor, el daño puede tener origen en el circuito de mando, que no permite un correcto funcionamiento del circuito electromagnético.
- Caídas de tensión en la red, provocadas por la sobre-intensidad producida en el arranque del motor, que origina pérdida de energía en el circuito magnético, de tal manera que los contactos, al no cerrarse completamente y carecer de la presión necesaria, acaban por soldarse.
- Cortes de tensión en la red: al reponerse la tensión, si todos los motores arrancan simultáneamente, la intensidad puede ser muy alta, provocando una caída de tensión, por lo cual es conveniente colocar un dispositivo, para espaciar los arranques por orden de prioridad.
- Micro-cortes en la red: cuando un contactor se cierra nuevamente después de un micro-corte (algunos milisegundos), la fuerza contra-electromotriz produce un aumento de la corriente pico, que puede alcanzar hasta el doble de lo normal, provocando la soldadura de algunos contactos y un arco eléctrico, entre otros problemas. Este inconveniente puede eliminarse usando un contacto temporizado, que retarde dos o tres segundos el nuevo cierre.
- Vibración de los contactos de enclavamiento, que repercute en el electroimán del contactor de potencia, provocando cierres incompletos y soldadura de los contactos.

2.24 Contactor GMC 9 - GMC 12 - GMC 18 - GMC 22¹³



Figura 2.31 Contactor GMC 9

Fuente: <http://www.grupoelectrocomercialmejia.com/lg.html>



TIPOS	BOBIN A AC	GMC-9	GMC-12	GMC-18	GMC-22
Rangos / IEC 60947-4		KW..... A	KW..... A	KW..... A	KW..... A
AC1		25..	25..	40..	40..
	200/24 0 V	2.5.....1 1	3.5....F.1 3	4.5....F.1 8	5.5....F.2 2
	380/44 0 V	4.....F. 9	5.5.....F 12	7.5.....F 18	11.....F 22
	500/55 0 V	4.....,7	7.5.....12	7.5.....1 3	15.....22
	690 V	4.....,5	7.5.....9	7.5.....9	15.....18
Rangos / UL508		hp..... A	hp.....A	hp.....A	hp.....A
Corriente continua		20..	25..	30..	32..
Monofási co	115V	0.5.....,	0.5.....,	1.....,	2.....,
	230 V	1.....,	2.....,	3.....,	3.....,
Trifásico	200 V	2.....,	3.....,	5.....,	7.....,
	230 V	2.....,	3.....,	5.....,	7.5.....,
	460 V	5.....,	7.5.....,	10.....,	10.....,
	575 V	7.5.....,	10.....,	15.....,	15.....,
Tamaño NEMA		00.....,	00.....,	0.....,	0.....,
Adicional contactos auxiliares		 2 polos Montaje Frontal		 4 polos Montaje Frontal	

Tabla 2.2 Contactor GMC 9 - GMC 12 - GMC 18 - GMC 22

Fuente: <http://www.grupoelectrocomercialmejia.com/lg.html>

¹³ <http://www.grupoelectrocomercialmejia.com/lg.html>

CAPÍTULO III

DESARROLLÓ DEL TEMA

Para la ejecución de la conexión del aerogenerador existente en el ITSA a las puertas automáticas de ingreso y salida del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se procedió a dividir en tres fases que van a permitir realizar el desarrolló de este capítulo, las fases que se siguieron fueron las siguientes:

- ✓ Preliminares
- ✓ Planificación
- ✓ Conexiones

3.1 Preliminares

Mediante este trabajo se busca utilizar la energía eólica al máximo, através del aerogenerador existente en el ITSA, para poder realizar esta investigación se utilizará conocimientos adquiridos en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, de esta manera ser uno de los primeros en Latacunga en motivar a utilizar la energía eólica. Para realizar el proyecto propuesto se tuvo que comprar algunos equipos, ya que con los que se contaba no eran suficientes para cumplir el proyecto, los cuales serian necesarios para aprovechar la energía eólica y de esta forma funcionen las puertas automáticas del ITSA.

3.2 Planificación

Para desarrollar el trabajo de graduación se procedió a realizar una planificación que consta en:

- Funcionamiento correcto del aerogenerador existente en el ITSA.
- Equipos que hacen falta para el objetivo trazado.
- Ubicación adecuada de los equipos.
- Cableado de los equipos para que funcionen las puertas automáticas con el aerogenerador.

3.2.1 Funcionamiento correcto del aerogenerador existente en el ITSA

Para poder realizar el proyecto se debía realizar un análisis previo de la energía que entregaba el aerogenerador con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del aerogenerador.

Cuando recibí el aerogenerador, que se encontraba en la terraza se pudo observar que se encontró desarmado y a la intemperie. Lo cual tomó tiempo no establecido para la culminación del proyecto, se tuvo que armar el aerogenerador, medir el voltaje y corriente que entregaba y se comprobó que no entregaba nada de corriente lo cual tocó hacer un análisis detallado del aerogenerador que al desarmar se pudo ver a simple vista de cuál era el problema del mal funcionamiento la humedad y oxidación de los equipos, que se ve.



Foto 3.1 Parte interna del aerogenerador con agua

Fuente: Aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.2 Porta escobilla con escobillas con agua

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.3 Porta escobilla con escobillas oxidadas

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.4 Porta escobilla oxidado

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

Debido al estado encontrado el aerogenerador, se procedió a realizar el mantenimiento y sellamiento respectivo con el motivo que funcione correctamente ya que el aerogenerador es el equipo principal para la realización del proyecto, tomo al alrededor de 2 semanas dejarle en óptimas condiciones el aerogenerador como pueden ver.



Foto 3.5 Limpieza de la parte interna del aerogenerador

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.6 Limpieza interna del aerogenerador

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.7 Mantenimiento de las escobillas y porta escobillas

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

Una vez culminado el mantenimiento correspondiente se realizó el sellado y armado del aerogenerador y pruebas correspondientes del voltaje y corriente que emite, como se puede ver.

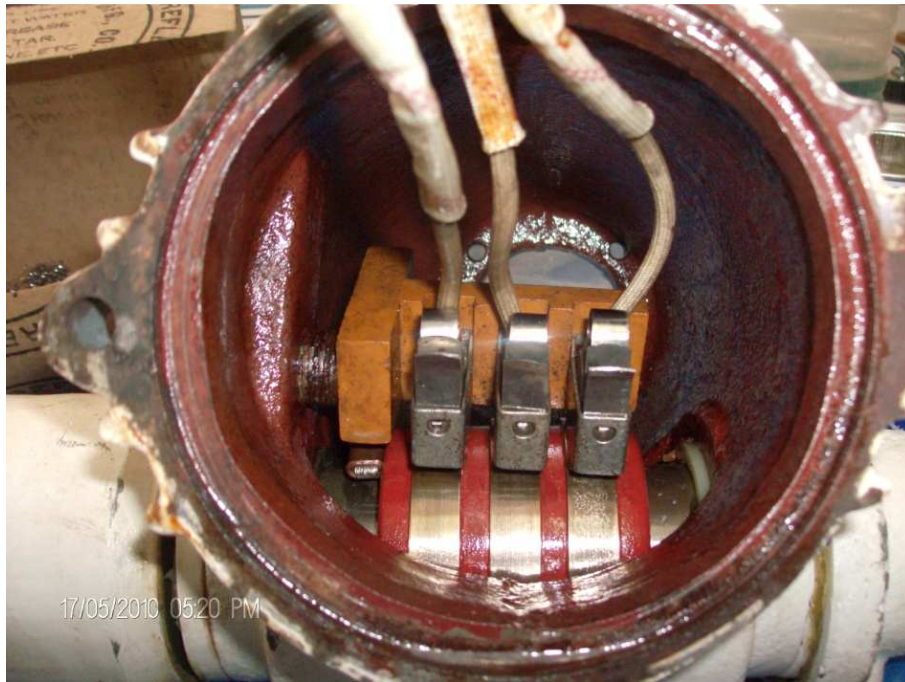


Foto 3.8 Armado de las escobillas

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

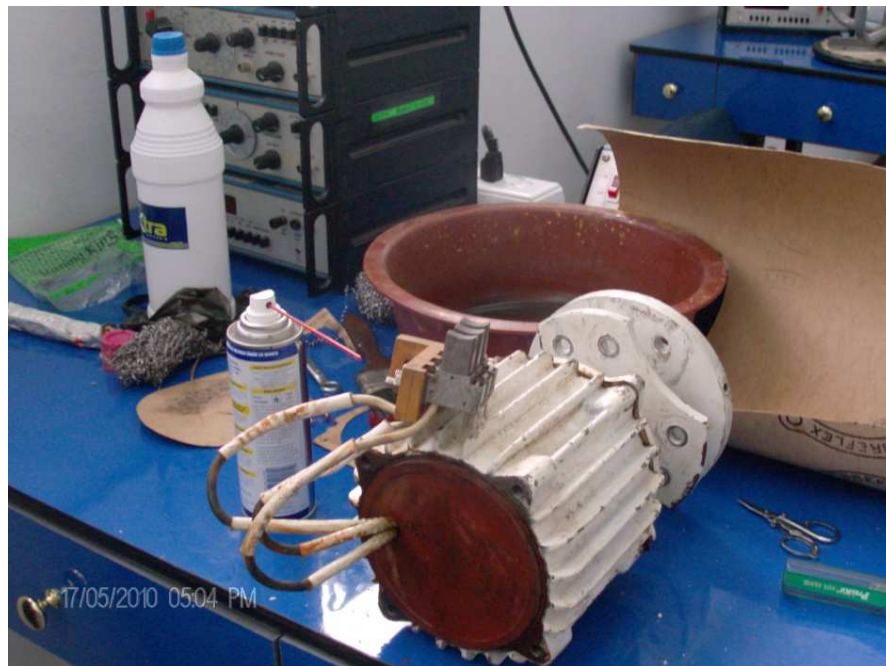


Foto 3.9 Armado y sellado del aerogenerador

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.10 Aerogenerador ya dado mantenimiento

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.11 Armado del aerogenerador

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.12 Ubicación del aerogenerador en la terraza del ITSA

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.13 Instalación del aerogenerador en la terraza del ITSA

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.14 Funcionamiento del aerogenerador en la terraza del ITSA

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

3.2.2 Equipos que hacen falta para el objetivo trazado

Se realizó un análisis previo de los equipos con los que se contaba para realizar una lista de los equipos que se necesitarían para realizar el objetivo del proyecto, los equipos con los que se contaban eran:



Foto 3.15 Controlador de voltaje, corriente y resistencia de carga

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.16 Batería solar
Fuente: aerogenerador
Realizado por: Julio Chasi

Los equipos adquiridos para realizar el proyecto eran los siguientes:



Foto 3.17 Inversor DF1751
Fuente: aerogenerador
Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.18 Breaker y foco de señalización

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Figura 3.1 Contactor GMC 9

Fuente: <http://www.grupoelectrocomercialmejia.com/lg.html>

3.5.3 Ubicación adecuada de los equipos

Para la protección de los equipos y seguridad de los mismo, al principio se pensó en realizar una caseta con el fin de mantenerlos seguros y fuera de algún tipo de daño ya que son electrónicos y sabemos que no se pueden mojar, pero después de un análisis se determinó que la mejor manera de tener a los equipos seguros y fuera de algún tipo de riesgo que se mojaran sería ubicarlos en el cuarto de maquinas que esta en la terraza en donde se encuentran los motores de los ascensores ya que había mucho espacio de lo cual solo se necesitaría un metro cuadrado para la instalación de todos los equipos como se puede observa en las fotos.



Foto 3.19 Inversor DF1751 y disipador de voltaje

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.20 Herramientas de construcción

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

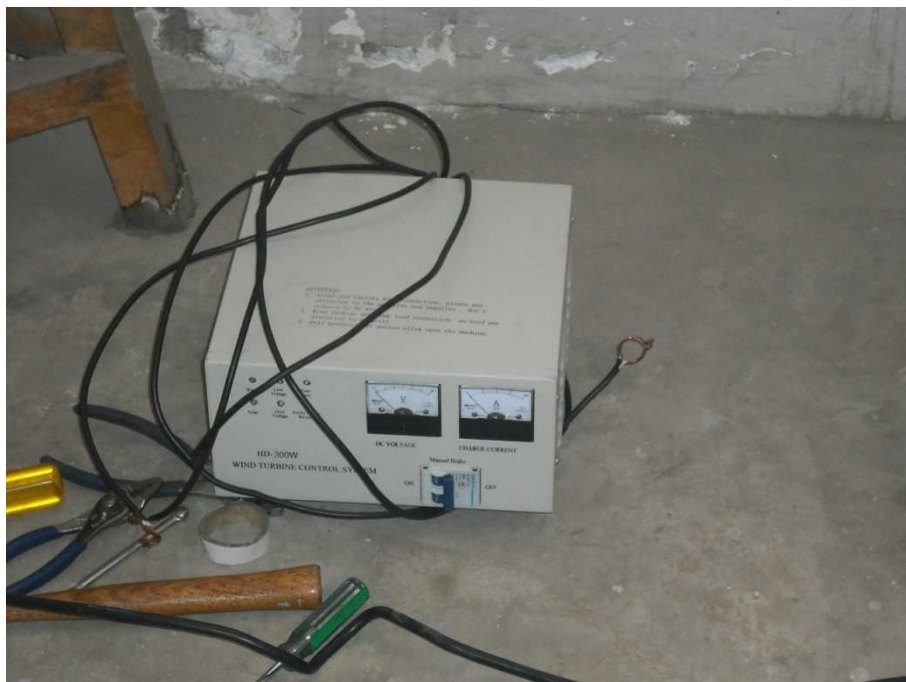


Foto 3.21 Controlador de voltaje y corriente

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.22 Taladro, batería, controlador de voltaje y corriente

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.23 Armado y ubicación de los equipos

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.24 Armado y ubicación del inversor

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.25 Ubicación de la batería solar

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.26 Armado y ubicación de los equipos

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.27 Cuarto de máquinas en donde se encuentran los equipos

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi

3.2.4 Cableado de los equipos para que funcionen las puertas automáticas con el aerogenerador

Una vez realizado el mantenimiento del aerogenerador se procedió al armado correspondiente, y al aseguramiento de los equipos en el cuarto de máquinas que se encuentra en la terraza del Instituto, para realizar las primeras pruebas de los equipo que funcionarían con la energía eólica, en la foto 3.28 verán la utilización de la primera energía eólica al prender un foco que funciona con una potencia de 100W y con un voltaje 110VAC.



Foto 3.28 Primera energía eólica producida por el aerogenerador

Fuente: aerogenerador

Realizado por: Julio Chasi

Una vez ya armado y comprobando su buen funcionamiento del aerogenerador se procedió al cableado hacia las puertas automáticas, para que funcionen con la energía eólica, como se puede ver en la foto 3.30.



Foto 3.29 Cuarto de máquinas de donde sale en cableado

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.30 Cableado que baja de la terraza del ITSA

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.31 Cableado que baja de la terraza del ITSA

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.32 Cableado que baja de la terraza del ITSA al breaker que está en planta baja, parte superior izquierda de la puerta de ingreso del Instituto

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.33 Cableado que va del breaker a la otra puerta automática ITSA

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi



Foto 3.34 Cableado que va del breaker a la otra puerta automática ITSA

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi

3.3 Conexión del aerogenerador a las puertas automáticas

Para realizar las debidas conexiones del aerogenerador se tuvo que constatar que el aerogenerador este funcionando correctamente, lo cual se pudo constatar después de darle el mantenimiento respectivo y pruebas realizadas.

Para la conexión del aerogenerador a las puertas automáticas se siguieron los siguientes pasos:

- En primer lugar se procedió a calcular la distancia que se encuentra el aerogenerador hacia el cuarto de máquinas, en donde se encuentran los equipos que sirven para transformar el voltaje de DC a AC, la distancia que existe entre el aerogenerador hacia el cuarto de máquinas es de 20 metros lo cual se compró un alambre sucre que es apropiado para la intemperie y así poder hacer uso de las primeras pruebas de corriente que entregaba el aerogenerador.
- En segundo lugar se procedió a medir la distancia que existe del cuarto de máquinas hacia el breaker en donde se va a conectar el voltaje que entrega el aerogenerador y así poder controlar fácilmente la utilización de la energía eólica, la distancia que existe del cuarto de máquinas hacia el breaker que se encuentra en la parte superior de la puerta automática de entrada del Instituto es de 40 metros del cual se compro un alambre sucre que es apropiado para la intemperie.



Foto 3.35 Cuarto de máquinas de donde sale en cableado

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi

- El siguiente paso que se realizó fue medir la distancia que existe del breaker a la puerta automática de salida del Instituto que es de 20 metros y así tener un solo control para que funcionen las puertas automáticas.



Foto 3.36 Cableado que baja de la terraza del ITSA al breaker que está en planta baja, parte superior izquierda de la puerta de ingreso del Instituto

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi

- De esta manera las puertas estarían funcionando con la energía que entrega el aerogenerador (energía eólica).



Foto 3.37 Foco que señala la utilización de la energía eólica

Fuente: ITSA

Realizado por: Julio Chasi

- Pero qué pasa si el aerogenerador no entrega la corriente necesaria para que funcionen las puertas automáticas, y la batería este descargada, que se debió hacer para que haya un cambio de corriente esto quiere decir de la corriente que entrega el aerogenerador a la corriente que entrega la empresa eléctrica, pues se utilizó un circuito que se acopló a un contactor para que haga este cambio automáticamente. (ver Anexo I)



Foto 3.38 Circuito de conmutación

Fuente: Placa

Realizado por: Julio Chasi

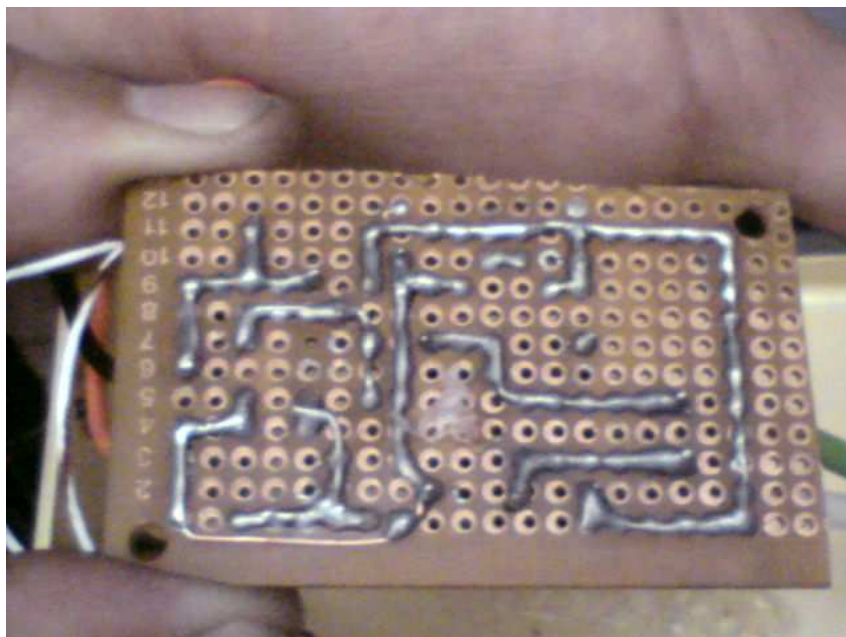


Foto 3.39 Pista del circuito de conmutación

Fuente: Placa

Realizado por: Julio Chasi

3.4 Tabla de fallas

Tabla 3.1 tabla de fallas

Síntomas o problemas	Posibles causas y soluciones
Las puertas no funcionan (no existe energía eléctrica)	<ul style="list-style-type: none">• Batería descargada.• Fusible del inversor quemado.• Inversor apagado.• Cable de alimentación roto.
Batería descargada	<ul style="list-style-type: none">• Batería cumplió su vida de utilidad, reemplazar.• Nivel de agua baja, llenar las cámaras con agua destilada.• Regulador del aerogenerador en mal estado, revisar circuito electrónico.• Poca energía eólica.
El regulador no carga la batería	<ul style="list-style-type: none">• El aerogenerador no está funcionando.• Poca energía eólica.• Regulador en mal estado.• Rectificador en mal estado.• Apagar el interruptor Manual Brake.
No hay corriente en las líneas del aerogenerador	<ul style="list-style-type: none">• Dar mantenimiento a las escobillas, porta escobillas y cables de salida del aerogenerador.

Fuente: Investigación

Realizado por: Julio Chasi

3.5 Tabla de mantenimiento

Tabla 3.2 tabla de mantenimiento

Partes	Periodo	Labor de mantenimiento
Escobillas	Cada 6 meses	Limpieza con solventes o contact cleaner, si están muy desgastados reemplazar.
Porta escobillas	Cada 6 meses	Limpieza con solventes o contact cleaner, si están muy desgastados reemplazar.
Batería	Cada mes	Agua destilada en las cámaras.
Bornes	Cada 6 meses	Limpieza con solventes o contact cleaner, si están muy oxidados reemplazar.
Cojinetes	Cada 6 meses	Limpieza con solventes o contact cleaner, si están muy desgastados reemplazar.
Bornes eléctricos	1 vez al año	Limpieza con solventes o contact cleaner, si están muy desgastados reemplazar.

Fuente: Investigación

Realizado por: Julio Chasi

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Las puertas automáticas funcionan permanentemente con la energía eólica almacenada en una batería a través del aerogenerador.
- La energía que entrega el aerogenerador es corriente alterna, por medio de un rectificador convierte en corriente continua y se almacena en una batería.
- Las puertas automáticas son de corriente alterna por tal motivo se tuvo que implementar un inversor que convierta la energía almacenada en una batería de corriente continua a corriente alterna.
- Las puertas automáticas estarán funcionando constantemente siempre y cuando el flujo del viento sea el adecuado y la batería este cargada.
- En caso que la energía del aerogenerador no sea la necesaria para que funcionen las puertas automáticas se implementó un circuito para que realice el cambio a la red eléctrica comercial.
- Para protección de los equipos se puso un breaker de 10A, el cual protegerá a los equipos en caso de alguna sobrecarga o corto circuito, desactivándose automáticamente.

4.2 Recomendaciones

- Realizar el mantenimiento que se describe en la presente investigación (ver tabla 3.2).
- Se recomienda promover a que se utilice la energía eólica, ya que de esta manera se estaría fomentando a utilizar la energía renovable y así ayudar a la crisis eléctrica por la que está pasando nuestro país.
- Para que las puertas automáticas funcionen las 24 horas del día utilizando la energía de la batería, sería necesario implementar, paneles solares ya que no es muy constante el viento en todos los meses del año, según los analices que ha realizado el Sr. Gustavo Mora como se muestra en anexo.

- Incrementar el número de aerogeneradores en vista que hay el espacio suficiente con lo cual se podría cubrir otras áreas de trabajo.

SIGLAS

A.- Área de barrido del rotor.

CA.- Corriente alterna.

CC.- Corriente continua.

Cos.- Coseno.

D.- Densidad del aire.

DC.- Corriente directa.

Ec.- Energía cinética.

F1.- Frecuencia modulante.

f1.- La frecuencia de la componente fundamental de la señal de voltaje.

Fs.- Frecuencia de conmutación en los interruptores.

h.- Orden la armónica deseada.

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

j.- Tiempo al que ocurre la armónica.

k.- k-ésimo ancho de banda a izquierda y derecha.

M.- Masa del aire.

ma.- Modalidad de la amplitud.

Mf.- razón de modulación de la frecuencia.

t.- Tiempo.

V.- Velocidad del viento.

V.- Voltaje.

v.- Volumen.

Vcontrol.- amplitud pico de la señal de control

Vtri.- amplitud pico de la señal triangular.

GLOSARIO

Aerodinámica.- La aerodinámica es la rama de la mecánica de fluidos que estudia las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre éstos y el fluido que los baña, siendo éste último un gas y no un líquido, caso éste que se estudia en hidrodinámica.

Aerogenerador.- Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica).

Ascensor.- Un ascensor o elevador es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes alturas. Puede ser utilizado ya sea para ascender o descender en un edificio o una construcción subterránea.

Batería.- Una batería es un dispositivo electroquímico el cual almacena energía en forma química. Cuando se conecta a un circuito eléctrico, la energía química se transforma en energía eléctrica. Todas las baterías son similares en su construcción y están compuestas por un número de celdas electroquímicas. Cada una de estas celdas están compuestas de un electrodo positivo y otro negativo además de un separador. Cuando la batería se está descargando un cambio electroquímico se está produciendo entre los diferentes materiales en los dos electrodos. Los electrones son transportados entre el electrodo positivo y negativo vía un circuito externo (bombillas, motores de arranque etc.)

Bobina.- Un inductor o bobina es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

Bornes eléctricos.- Borne eléctrico es el nombre dado en Electricidad a cada uno de los terminales de metal en que suelen terminar algunas máquinas y aparatos eléctricos, y que se emplean para su conexión a los hilos conductores.

Cable.- Se llama cable a un conductor o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector.

Cojinetes.- Elementos mecánicos que permiten el libre movimiento entre piezas fijas y móviles. Los cojinetes de antifricción son esenciales para la maquinaria:

sostienen o guían sus piezas móviles y reducen al mínimo la fricción y el desgaste. La fricción consume energía inútilmente. Y el desgaste altera las dimensiones y el ajuste de las piezas hasta la inutilización de la máquina.

Contactor.- El contactor es un interruptor accionado o gobernado a distancia por un electroimán.

Corriente alterna.- Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de Alternating Current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.

Corriente directa.- La corriente continua (CC en español, en inglés DC, de Direct Current) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.

Energía eléctrica.- Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se les coloca en contacto por medio de un conductor eléctrico para obtener trabajo.

Energía renovable.- Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Eólica.- La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire³ es decir del viento. En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares, moviéndose de alta a baja presión, este tipo de viento se llama viento geostrofico. Para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del viento a nosotros nos interesa mucho mas el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta, estos vientos son los llamados vientos locales, entre estos están las brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra , también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera de la montaña o baje porque está dependiendo si es de noche o de día.

Escobillas.- Escobilla - En electricidad, frecuentemente es necesario establecer una conexión eléctrica entre una parte fija y una parte rotatoria en un dispositivo. Es el caso de los motores o generadores eléctricos, donde hay que establecer una conexión de la parte fija de la máquina con las bobinas del rotor.

Fuerzas de coriolis.- El efecto Coriolis, descrito en 1835 por el científico francés Gaspard-Gustave Coriolis, es el efecto que se observa en un sistema de referencia en rotación (y por tanto no inercial) cuando un cuerpo se encuentra en movimiento respecto de dicho sistema de referencia.

Fusible.- En electricidad, se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por Efecto Joule.

Inversor.- También llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna.

Mantenimiento.- La European Federation of National Maintenance Societies define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

Multipala.- Tipo aerogenerador de baja velocidad caracterizado por su gran número de palas, y por la disposición del eje de giro perpendicular a la velocidad del viento; presenta una forma adecuada para uso aerodinámico.

Planificación.- La planificación se refiere a las acciones llevadas a cabo para realizar planes y proyectos de diferente índole. En este proceso se pueden cambiar muchas cosas con el tiempo ya que una planificación tiene que ser exacta en lo que se quiere lograr; para que quede como se desea.

Potencia.- La potencia eléctrica se define como la cantidad de energía eléctrica o trabajo, que se transporta o que se consume en una determinada unidad de tiempo.

Proyecto.- Un proyecto de investigación es un procedimiento científico que siguiendo el método científico recabe todo tipo de información y formula hipótesis

acerca de cierto fenómeno social o científico, empleando las diferentes formas de investigación.

Senoidal.- Una onda senoidal ó senoide, es la gráfica de la función matemática del seno de la trigonometría. Consiste en una frecuencia única con una amplitud constante. Un sistema mecánico con un único grado de libertad vibraría en forma de onda senoidal pero eso no se encuentra en la realidad.

Transformar.- Cambiar o modificar la forma algo; Convertir una cosa en otra; Encontrar una expresión equivalente para una proposición, ecuación, sistema, etc

Ubicación.- Lugar en el que está ubicado algo.

Viento.- El viento es el movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la troposfera, producido por causas naturales. Se trata de un fenómeno meteorológico.

Voltaje.- La tensión, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Rubio José (1983): Energía solar: Utilización y aprovechamiento. Obra de carácter divulgativo. Editorial Paraninfo. Madrid.

Macaulay David y Ardley Niel (1998): cómo funcionan las cosas. Vol. 1. Carvajal S.A., Colombia.

Estudio mecánico de un aerogenerador para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, realizado por el estudiante Mora Ruiz Gustavo Andrés como proyecto de grado.

Ensamblaje de un aerogenerador con su respectiva torre de soporte para el ITSA. Realizado por el estudiante Olovacha Toapanta Wilson Santiago como proyecto de grado.

CONSULTA EN LA WEB

Microsoft - Encarta – 2008. 1993-2207 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

<http://www.grupoelectrocomercialmejia.com/lg.html>

http://html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html

http://www.solener.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=21

<http://www.angelfire.com/ar/navsol/89.html>

http://html.rincondelvago.com/amplificadores-operacionales_5.html

<http://www.jaensolar.com/infoinversor>

<http://html.rincondelvago.com/inversor-pwm.html>

<http://ccpot.galeon.com/enlaces1737111.html>

<http://todosobrepuestasautomaticas.blogspot.com/>

<http://www.maquinariapro.com/tecnologia/puertas-automaticas.html>

www.aeroconstrucion.com

[http://www http.itsafae.edu.ec/mision.html](http://www.http.itsafae.edu.ec/mision.html)

es.wikipedia.org/wiki/Aerodinámica

es.wikipedia.org/wiki/Ascensor

es.wikipedia.org/wiki/Bobina

<http://es.wikipedia.org/wiki/Borne>

es.wikipedia.org/wiki/Cable

es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna

es.wikipedia.org/wiki/Corriente_directa

es.wikipedia.org/wiki/Energía_eléctrica

[es.wikipedia.org/wiki/Escobilla_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Escobilla_(electricidad))

es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_de_Coriolis

es.wikipedia.org/wiki/Fusible

es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento

es.wikipedia.org/wiki/Planificación

es.wikipedia.org/wiki/Potencia_eléctrica

es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_de_investigación

es.wiktionary.org/wiki/transformar

es.wiktionary.org/wiki/ubicaci%C3%B3n

es.wikipedia.org/wiki/Viento

es.wikipedia.org/wiki/Voltaje

www.geaconsultores.com/glosario.php

A

N

E

X

O

S

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ANTEPROYECTO DE TESIS

¿Cómo mejorar el ahorro de energía del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico poniendo en funcionamiento el aerogenerador existente?

POSTULANTE:

SR. CHASI GUERRERO JULIO CESAR

26 DE OCTUBRE DEL 2009

DATOS REFERENCIALES:

INSTITUCIÓN:

ITSA

DURACIÓN DEL TRABAJO

5 MESES

FECHA DE PRESENTACIÓN

26 –OCT-2009

**ÁREA DE CONOCIMIENTO O INFLUENCIA
A LAS QUE PERTENECE EL TRABAJO DE**

INVESTIGACIÓN:

ITSA

ENTIDAD DE APOYO:

ITSA

RESPONSABLE:

SR. JULIO CHASI

DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Pablo Pilatasig

CAPÍTULO I

Problema

1.1 Planteamiento del problema

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una institución creada para brindar servicios de carácter educativo a nivel tecnológico para alumnos civiles y militares en las carreras de: MECÁNICA, ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA, TELEMÁTICA, LOGÍSTICA, CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE; dicha institución está ubicada en la Provincia de Cotopaxi - Cantón Latacunga, en la calle Xavier Espinosa y Av. Amazonas. En la actualidad está conformada por personal capacitado para guiar a los estudiantes en todas sus necesidades.

El ITSA cuenta con un aerogenerador que fue entregado como proyecto de grado del estudiante Gustavo Mora para que el instituto tenga una fuente de energía renovable que ayudará al ahorro de energía eléctrica.

De no poner en funcionamiento el aerogenerador se tendrá una pérdida de recursos, debido a que no se cumplirá con el objetivo que fue en ayudar en cierta parte el ahorro de energía eléctrica que consume diariamente la Institución.

De ahí la necesidad de realizar una investigación de la situación actual del aerogenerador para dar la mejor utilidad en beneficio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.1 Formulación del problema

¿En qué condiciones operativas se encuentra el aerogenerador existente en el ITSA para buscar la utilidad respectiva?

1.2 Justificación e importancia

Está claro que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO es una institución creada para brindar servicios de carácter educativo a nivel tecnológico para alumnos civiles y militares en las carreras de: Mecánica, Electrónica Mención en Instrumentación & Aviónica, Telemática,

Logística, Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre; siendo un instituto que busca siempre el mejoramiento de sus instalaciones con el fin de que los estudiantes, docentes y personal que ocupe sus instalaciones tengan los mejores servicios.

La presente investigación es con el motivo de darle utilidad al aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para beneficio del personal que ocupe las instalaciones del mismo.

El aspecto positivo de la presente investigación sería la utilización de la energía renovable, que ayudaría al ahorro de la energía eléctrica del Instituto y al progreso de una nueva utilidad de los recursos renovables.

Por lo mencionado es fundamental y prioritario, realizar un estudio de lo que el aerogenerador podría alimentar con la energía que emita y de esa manera ver la mejor utilidad para que las personas que utilicen las Instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico sean las beneficiadas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Investigar el estado actual de las instalaciones del I.T.S.A., con el propósito de emplear el aerogenerador existente y de esta manera contribuir al ahorro de energía eléctrica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información del personal que utiliza las instalaciones del instituto para el uso de un aerogenerador.
- Recopilar información de las características eléctricas de salida del aerogenerador.
- Analizar el uso que le puede dar a la energía producida por el aerogenerador en las instalaciones del I.T.S.A.

1.5 Alcance

Se realizará una investigación en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para hallar la mejor utilización del aerogenerador existente en el instituto y a su vez dar soluciones a los problemas existentes con la utilidad del mismo.

Toda esta investigación se la realizará con el fin de mejorar el servicio que ofrece el Institución para el beneficio de las personas que ocupen las instituciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPÍTULO II

Plan Metodológico

2.1 Modalidad básica de la investigación

- **Investigación De Campo**

El trabajo investigativo se realizará en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al personal docente, administrativo, estudiantes y personas que utilicen las instalaciones.

- **Investigación Bibliográfica**

Se utilizará la investigación bibliográfica documental, ya que se tomará en cuenta: Proyectos de investigación anteriores, Libros, Internet. Para poder obtener una mayor cantidad de información que contribuya a la realización del proyecto.

2.2 Tipos de investigación

Con el propósito de cumplir los objetivos del presente estudio, el investigador seleccionará y desarrollará un tipo de investigación específica.

- **Investigación No Experimental**

Se utilizará este tipo de investigación ya que las variables independientes (causa) y dependientes (efectos), ya han ocurrido y no pueden ser intervenidas.

2.3 Niveles de investigación

- **Investigación Descriptiva**

Mediante el nivel de investigación descriptivo se realizará un análisis de cómo es y cómo se manifestó el problema; es decir, se realizará un estudio del estado actual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para así conocer sus necesidades y poder dar una solución eficiente.

2.4 Universo, población y muestra

Para ejecutar la investigación será tomado como el universo el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico porque es el lugar en donde se realizará la investigación, la población será el personal civil y militar que ocupen las instalaciones, y la muestra es una parte de la población, es decir los alumnos, docentes y personal que ocupen el I.T.S.A.

2.5 Recolección de datos

Para la recolección de datos se tomará como fuente primaria a los alumnos, docentes civiles y militares que utilicen las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y conocen sus necesidades a demás de las falencias.

Los métodos que se utilizarán para la recolección de datos son la encuesta y entrevista se realizará a los alumnos y a los docentes respectivamente del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

2.5.1 Técnicas:

- **Bibliográficas.-** Permiten recolectar información secundaria que consta en proyectos de investigación anteriores, libros, documentos en general, Internet.
- **De campo.-** Permiten recolectar información primaria. Entre ellas citamos:
 - ✓ **Observación.-** Se realizará en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico lugar en el que se producen los hechos a través del contacto directo con los estudiantes y el docente que hace uso de las instalaciones.
 - ✓ **Cuestionario.-** El instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Existen dos tipos que son:

- **Autoadministrado.-** Es la encuesta, está se la llevará a cabo con los alumnos y personal que ocupen las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- **Entrevista personal.-** Se llevará a cabo las entrevistas con el docente que utilicen las instalaciones del instituto, con el objetivo de conocer el estado actual y las necesidades que existen en lo mencionado anteriormente.

2.6 Procesamiento de la información

Al terminar de realizar las encuestas se realizará una revisión crítica y minuciosa para así eliminar la información defectuosa, contradictoria, e incompleta.

2.7 Análisis e interpretación de resultados

Se analizará los resultados mediante tablas y gráficos de pastel que se realizarán en el programa Excel.

Para realizar la interpretación de resultados se tomará en cuenta el análisis de los datos para mostrar una interpretación clara y precisa de los datos obtenidos en las encuestas y las entrevistas.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones

2.8.1 Conclusiones

Las conclusiones se realizarán en base a la observación de campo, a los diferentes tipos de investigación y a los datos que arrojen las encuestas y entrevistas.

2.8.2 Recomendaciones

Las recomendaciones se realizarán en base a la observación de campo, a los diferentes tipos de investigación y a los datos que arrojen las encuestas y entrevistas.

CAPÍTULO III

Ejecución Del Plan Académico

3.1 Marco teórica

3.1.1 Antecedentes de la investigación

Proyecto de investigación presentado por el Sr. Gustavo Mora, alumno egresado de la carrera de Mecánica, cuyo proyecto es “ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

También se utilizó el proyecto de investigación presentado por el Sr. Santiago Olovacha, alumno de la carrera de Mecánica, cuyo proyecto es “ENSAMBLAJE DE UN AEROGENERADOR CON SU RESPECTIVA TORRE PARA EL I.T.S.A.”, la información de estos proyectos ayudó con la mejora del material didáctico, aspecto físico y técnico para la mejor utilización del aerogenerador la cual es de mucha ayuda para la investigación que se está realizando.

3.1.2 Fundamentación teórica

Para ampliar la fundamentación teórica y obtener las bases necesarias que respalden la presente investigación, se va a realizar un compendio de información de textos e Internet, relacionados con el tema.

3.1.2.1 Qué es un Aerogenerador.- Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica).¹⁴

3.1.2.2 Principio de funcionamiento del aerogenerador.- El generador auto-excitado por imanes rotantes es un sistema simple de generación de energía eléctrica, la generación primaria se realiza en CORRIENTE ALTERNA, luego pasa por el rectificador transformándola en CORRIENTE CONTINUA. El rotor monta los imanes de ferrite que son los encargados de generar el campo magnético rotante. Este eje a su vez está montado sobre rodamientos de larga

¹⁴http://www.google.com.ec/search?hl=es&defl=es&q=define:Aerogenerador&ei=eor4SpiDJNGSIAekuNjxCg&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title&ved=0CAcQkAE

duración haciendo así un generador de bajo mantenimiento. El estator del generador posee bobinado de cobre de gran precisión y calidad de acabado. Todo el conjunto generador se encuentra sellado para impedir la entrada de agua y polvo aumentando así su vida útil en servicio continuo. La carcasa protectora de aluminio posee un aleteado para la refrigeración del conjunto generador rectificador. La cola o timón de orientación posee la característica de retirar el conjunto ante elevados vientos que puedan comprometer su resistencia mecánica, orientando luego de disminuir la velocidad del viento al aerogenerador a barlovento. El montante con la torre está diseñado de tal forma que hace las veces de colector con porta-carbones que trasladan la energía que produce el aerogenerador al cable de bajada al regulador, montado sobre 2 rodamientos estancos, simple y de gran resistencia.¹⁵

3.1.2.3 Qué es un inversor.- También llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.¹⁶

3.1.2.4 Qué es una batería.- Una batería es un dispositivo electroquímico el cual almacena energía en forma química. Cuando se conecta a un circuito eléctrico, la energía química se transforma en energía eléctrica. Todas las baterías son similares en su construcción y están compuestas por un número de celdas electroquímicas. Cada una de estas celdas están compuestas de un electrodo positivo y otro negativo además de un separador. Cuando la batería se está descargando un cambio electroquímico se está produciendo entre los diferentes materiales en los dos electrodos. Los electrones son transportados entre el electrodo positivo y negativo vía un circuito externo (bombillas, motores de arranque etc.).¹⁷

¹⁵ www.aeroconstrucion.com

¹⁶ <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071112100943AAKriq5>

¹⁷ <http://html.rincondelvago.com/baterias.html>

3.1.2.5 Qué es la energía eólica.- La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire es decir del viento. En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares, moviéndose de alta a baja presión, este tipo de viento se llama viento geostrofico. Para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del viento a nosotros nos interesa mucho mas el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta, estos vientos son los llamados vientos locales, entre estos están las brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra , también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera de la montaña o baje porque está dependiendo si es de noche o de día.¹⁸

3.1.2.6 Qué es energía renovable.- Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.¹⁹

3.2 LA ENERGÍA EÓLICA

3.2.1 Origen

Todas las energías eólicas, provienen en último término del sol. La tierra recibe del sol una cantidad de energía del orden de 1017 W de potencia por metro cuadrado. Alrededor de un 2% de esta potencia se convierte en energía eólica. El viento se genera como consecuencia de las diferencias de temperatura que alcanzan las diferentes zonas de la tierra, bien por su diferencia de altitud (vientos de montaña y valle, generando corrientes de aire ascendente en horas de sol y descendente durante la noche), de la latitud, o por la diferencia de temperatura de la tierra y del agua del mar. En este último caso se generan brisas que van desde

¹⁸ <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

¹⁹ es.wikipedia.org/wiki/Energía_renovable

la mar a la tierra durante las horas de sol, y desde la tierra a la mar durante la noche.

3.2.2 Historia



Figura 3.1 Molino de viento Alemán

Fuente: http://www.solarpedia.es/index.php/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica

La fuerza del viento se ha utilizado principalmente como medio de locomoción. Hay constancia de dibujos egipcios, datados hace 5000 años, de barcos con velas para trasladarse por el Nilo. Posteriormente y ya en los siglos V y VI (dc) hay constancia de los primeros artilugios eólicos que eran de eje vertical, utilizados para moler grano y bombear agua. En el siglo XI los molinos de viento eran utilizados de forma extensiva en todo Oriente Medio, siendo introducidos en Europa en el siglo XIII como consecuencia de las cruzadas. Hasta la aparición de la máquina de vapor durante la revolución industrial, los molinos de viento tuvieron una gran importancia en el desarrolló económico de Europa. En la década de 1970, y como consecuencia de la crisis energética, los países desarrollados inciden en el plano de la investigación y el desarrolló, apareciendo la tecnología que permitiría la producción de las actuales turbinas eólicas. A partir de este momento se usará la fuerza del viento para generar energía eléctrica.

3.2.3 Ley de Betz

Un aerogenerador ralentiza el viento al pasar por el rotor hasta $2/3$ de su velocidad inicial, lo que significa que no aprovecha toda la energía cinética que el

viento aporta al rotor, por lo que la Ley de Betz dice: “Sólo puede convertirse menos de 16/27 (aproximadamente el 59%) de la energía cinética del viento en mecánica usando un aerogenerador.

3.2.4 Partes de un aerogenerador

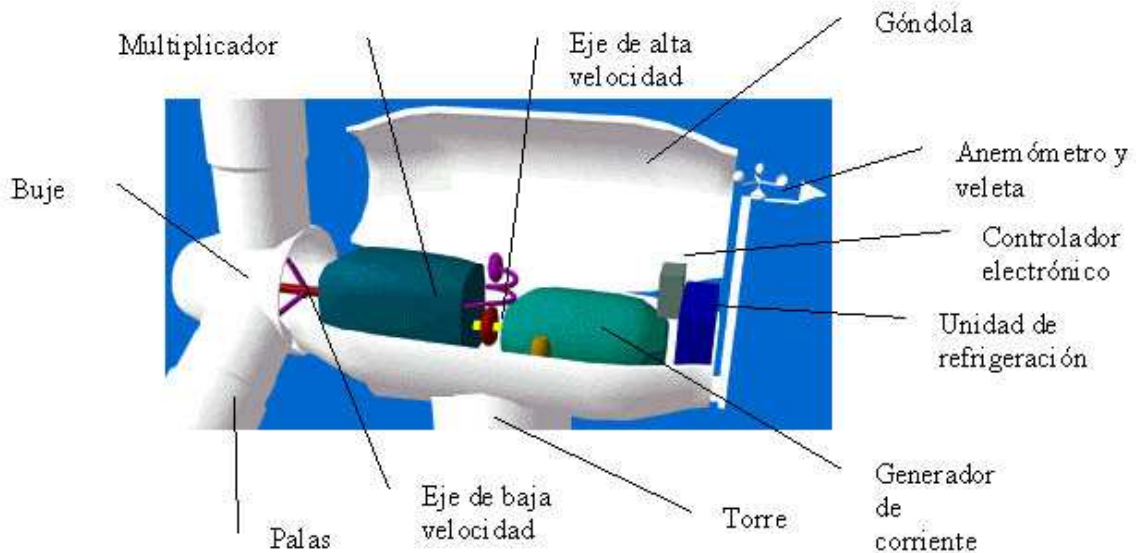


Figura 3.2 Partes de un Aerogenerador

Fuente: http://www.solarpedia.es/index.php/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica

- La góndola

Contiene los componentes clave del aerogenerador, incluyendo el multiplicador y el generador eléctrico. El personal de servicio puede entrar en la góndola desde la torre de la turbina.

- Las palas del rotor

Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. En un aerogenerador moderno de 1500 KW cada pala mide alrededor de 40 metros de longitud y su diseño es muy parecido al del ala de un avión.

- El buje

El buje del rotor está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador.

- El eje de baja velocidad

Conecta el buje del rotor al multiplicador. En un aerogenerador moderno de 1500 KW el rotor gira muy lento, a unas 20 a 35 revoluciones por minuto (r.p.m.) El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.

- El multiplicador

Tiene a su izquierda el eje de baja velocidad. Permite que el eje de alta velocidad que está a su derecha gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad. El eje de alta velocidad Gira aproximadamente a 1.500 r.p.m. lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico. Está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

- El generador eléctrico

Suele ser un generador asíncrono o de inducción. En los aerogeneradores modernos la potencia máxima suele estar entre 500 y 2.000 KW.

- El controlador electrónico

Es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción automáticamente para el aerogenerador y llama al ordenador del operario encargado de la turbina a través de un enlace telefónico mediante módem.

- La unidad de refrigeración

Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contiene una unidad refrigerante por aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores refrigerados por agua.

- La torre

Soporta la góndola y el rotor. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento aumenta conforme nos alejamos del nivel del suelo. Una turbina moderna de 1.500 KW tendrá una torre de unos 60 metros. Las torres pueden ser bien torres tubulares o torres de celosía. Las torres tubulares son más seguras para el personal de mantenimiento de las turbinas ya que pueden usar una escalera interior para acceder a la parte superior de la turbina. La principal ventaja de las torres de celosía es que son más baratas. El mecanismo de orientación está activado por el controlador electrónico, que vigila la dirección del viento utilizando la veleta.

- El anemómetro y la veleta

Las señales electrónicas del anemómetro son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para conectarlo cuando el viento alcanza aproximadamente 5 m/s.²⁰

3.2.5 Principio de funcionamiento de un aerogenerador

El funcionamiento es muy sencillo:

- El viento mueve las palas de la hélice, que transmite el movimiento, a través de un eje, hasta una caja de engranajes. Allí, la velocidad de giro del eje se regula para garantizar la mayor producción energética, ya que desde la caja de engranajes el movimiento se transmite hasta el generador, el cual produce electricidad. La electricidad viaja desde el generador hasta los transformadores, donde aumenta la tensión para poder ser transportada la energía eléctrica hasta los lugares de consumo.
- Al mismo tiempo, el paso de las palas y la orientación del aerogenerador, son regulados por varios sistemas electrónicos (formados por varios sensores y servos).

²⁰ http://www.solarpedia.es/index.php/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica

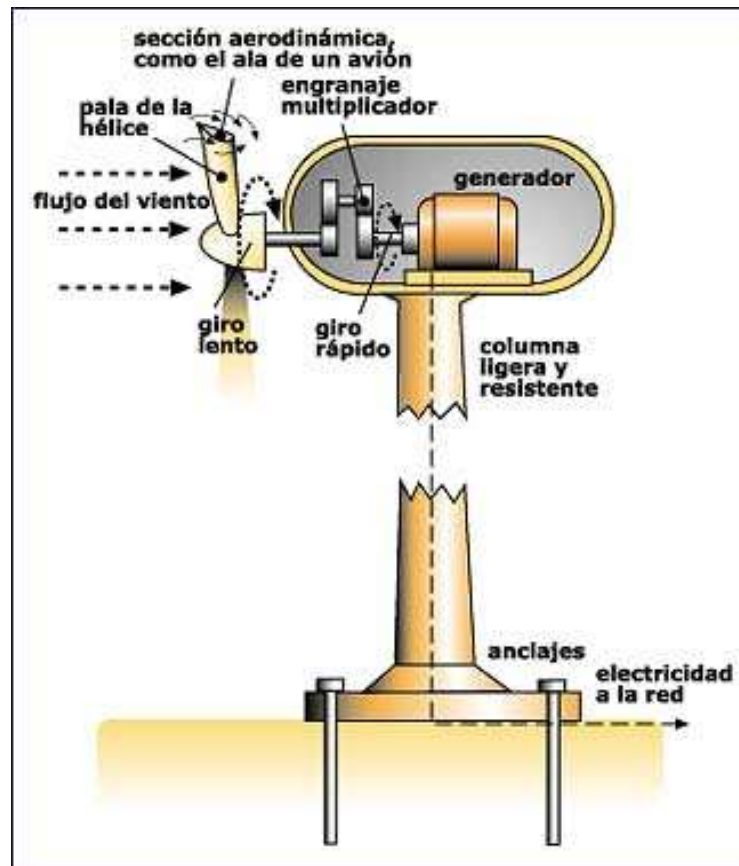


Figura 3.3 Aerogenerador

Fuente: <http://www.jenijos.com/AEROGENERADORES/aerogeneradores.htm>

3.2.6 Partes

Las principales partes de un aerogenerador son:

- **Palas de la hélice**

Se encargan de "recibir" al viento. Estas palas de gran tamaño cambian su paso según las condiciones ya que están regulados por sistemas electrónicos.

- **Caja de engranajes**

Aquí se transforma la velocidad de giro de las palas. Generalmente esta velocidad se aumenta mediante mecanismos de ruedas dentadas multiplicadores, ya que a mayor velocidad, mayor cantidad de energía eléctrica que se produce.

- **Generador**

Es el encargado de producir la electricidad.

Otras partes importantes de los aerogeneradores son todos los ejes que transmiten el movimiento entre todos los componentes.

3.2.7 Ventaja e inconvenientes

3.2.7.1 Ventajas

- La energía eólica es una energía renovable.
- No contamina a la atmósfera
- No depende de combustibles fósiles

3.2.7.2 Inconvenientes

- Las palas de la hélice hacen mucho ruido
- Las centrales eólicas tienen un gran impacto visual

3.3 Características generales de un aerogenerador

La fracción de energía capturada por un aerogenerador viene dada por el factor C_p , llamado coeficiente de potencia. Este coeficiente de potencia tiene un valor máximo teórico de 59,3% denominado límite de Betz.

Los primeros aerogeneradores tenían rendimientos del 10%, pero los más modernos utilizan sistemas de control de manera que operan siempre con la máxima eficiencia aerodinámica alcanzando valores de rendimiento próximos al 50%.

La mayoría de los aerogeneradores actuales son de eje horizontal. La opción de eje vertical tiene la ventaja de que los equipos de conversión y control están en la base del grupo y el aerogenerador no tiene que orientar su posición según la dirección del viento. La principal desventaja es que las cargas mecánicas pasan de cero a su valor máximo dos o tres veces por ciclo, dependiendo del

número de palas y también la altura del rotor es más pequeña que en los de eje horizontal, con lo que el viento recibido es menor.

Los primeros aerogeneradores comerciales utilizaban la serie de perfiles aerodinámicos NACA 44XX para las palas del aerogenerador. Recientemente se han estado usando perfiles específicos para el uso en turbinas eólicas.

El número de palas utilizado normalmente suele ser de 3. Idealmente, se obtendría mayor rendimiento cuanto menor número de palas debido a que la estela que deja una pala es recogida por la pala siguiente, lo que hace que está se frene.

Aunque idealmente el aerogenerador de una única pala sería el de mayor rendimiento, este tendría un pobre par de arranque. La solución óptima considerada es la de rotor de 3 palas.

La velocidad del rotor de un aerogenerador comercial se elige para la utilización óptima de la velocidad del viento en el emplazamiento. La velocidad resultante del rotor será varias veces más pequeña que la velocidad requerida por el generador. Esta diferencia de velocidad se soluciona mediante un engranaje.

Las claves en el diseño y funcionamiento de un aerogenerador están en los componentes estructurales, el diseño aerodinámico, el sistema de conversión eléctrica y el sistema de control.

3.4 Centrales eólicas en el mundo

La mayor cantidad de centrales eólicas se encuentran en Europa, principalmente en Alemania, España y Dinamarca.

Dentro de España se encuentran en Galicia y el Castilla La Mancha (zonas con viento de costa o viento de montaña).²¹

²¹ <http://www.jenijos.com/AEROGENERADORES/aerogeneradores.htm>

3.5 Características principales de la energía eólica

- Generadores asíncronos (pesan menos y no necesitan un régimen tan constante como el de los síncronos), mal acoplamiento a la red, se necesita una red potente que absorba las inestabilidades.
- La potencia obtenida es directamente proporcional al área barrida por las palas y al cubo de la velocidad del viento.
- Es necesario elevar la altura del generador para conseguir una mayor velocidad del aire (teoría de la capa límite).
- Se instalan generalmente en zonas de alta montaña o frente al mar, en el caso de alta montaña el descenso de la densidad del aire actúa de forma negativa en la potencia.
- A mayor número de palas menor rendimiento (la estela que deja una la puede recoger la siguiente y frenarse). A mayor número de palas menor par de arranque. Se toma la opción de tripala como la óptima.
- Paso de pala y orientación variable.
- Generadores que se usan actualmente:
Generador 600 KW, torre de 35/40/45/50/55 m de altura y 39/42/44 m de diámetro.
- Generadores futuros:
Generador 1500 KW, torre de 50m de altura y 63 m de diámetro de pala (algunos equipos llevan dos generadores de 750 KW acoplados en paralelo). En España están aún en fase de ensayo.
- La torre tiene unos 3.6m en la base de diámetro y 2m en la parte más alta (unas 32 toneladas).
- La barquilla (conjunto situado en la parte superior de la torre) tiene 5m de largo y pesa 18 toneladas.
- El conjunto de rotor y aspas pesa unas 8 toneladas.
- Peso total entre 55 y 62 toneladas.
- El precio medio por torre en un parque medio (24 MW), incluida toda instalación y subestación ronda los 81 millones de pesetas por grupo (de 600 KW).²²

²² <http://www.infoeolica.com/grandes.html>

3.6 Factores que influyen en la cantidad de potencia del viento

La energía eólica es aprovechada por nosotros básicamente por un sistema de un rotor que gira a medida que pasa viento por este.



Figura 3.4 Aerogenerador

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

La potencia del viento depende principalmente de 3 factores:

1. Área por donde pasa el viento (rotor)
2. Densidad del aire
3. Velocidad del viento

Para calcular la fórmula de potencia del viento se debe considerar el flujo másico del viento que va dado por:

ρ : Densidad del viento

A : Área por donde pasa el viento

V : Velocidad del viento

Entonces el flujo masivo viene dado por la siguiente expresión:

$$M = \rho AV$$

Entonces la potencia debido a la energía cinética está dada por:

$$P = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

3.7 Algunas consideraciones con respecto al viento

Como la mayoría de las personas saben el viento no siempre se mantiene constante en dirección y valor de magnitud, es más bien una variable aleatoria, algunos modelos han determinado que el viento es una variable aleatoria con distribución weibull como la que muestra la siguiente figura

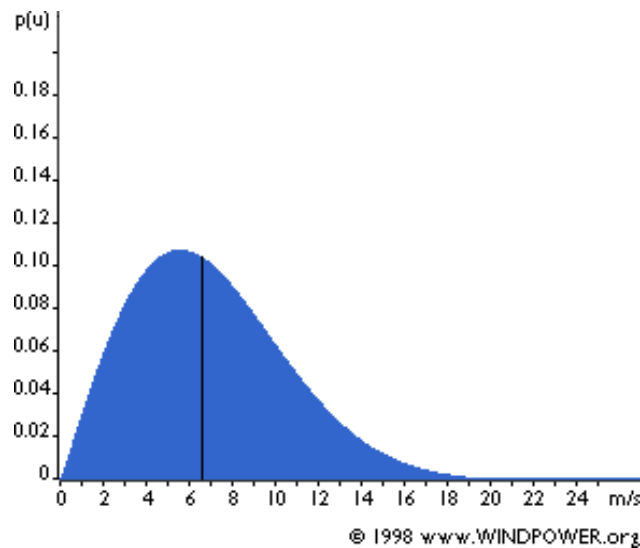


Figura 3.5 Variable aleatoria con distribución weibull

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Dado que la energía del viento depende la velocidad del viento, ¿Cual sería la energía potencia que entrega el viento?

Para calcular la potencia promedio que es aprovechada por el rotor debemos usar la llamada ley de Betz que es demostrada de la siguiente manera:

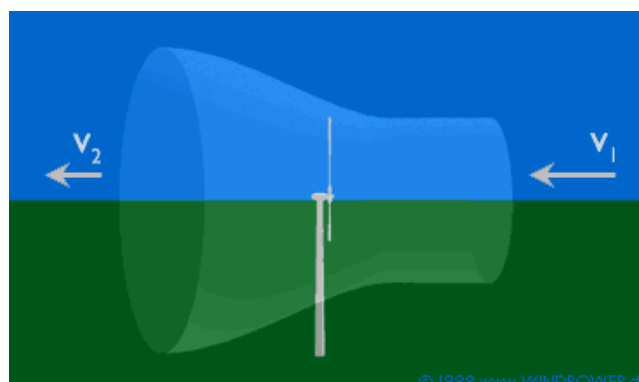


Figura 3.6 Rotor del aerogenerador

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Supongamos que la velocidad a la que entra el viento al tubo de corriente es de valor V_1 y a la velocidad que sale es de V_2 , podemos suponer que la velocidad a la que el viento entra al aerogenerador es de $(V_1+V_2)/2$.

El flujo másico que entra al rotor entonces tiene valor de:

$$M = \rho A \frac{(V_1+V_2)}{2}$$

Dado que en tubo de corriente se debe conservar la potencia, la potencia que entra a velocidad V_1 tiene que ser igual a la suma de la potencia que sale a velocidad V_2 y la que se va por el rotor.

Entonces la potencia que se va por el rotor es:

$$P_{\text{rotor}} = \frac{1}{2} M (V_2^2 - V_1^2)$$

Y reemplazando la masa nos queda:

$$P = (\rho/4) (v_1^2 - v_2^2) (v_1+v_2) A$$

La potencia que lleva el viento antes de llegar al rotor viene dado por:

$$P_0 = (\rho/2) v_1^3 A$$

Ahora si la comparamos con la potencia que lleva el viento nos da la siguiente gráfica:

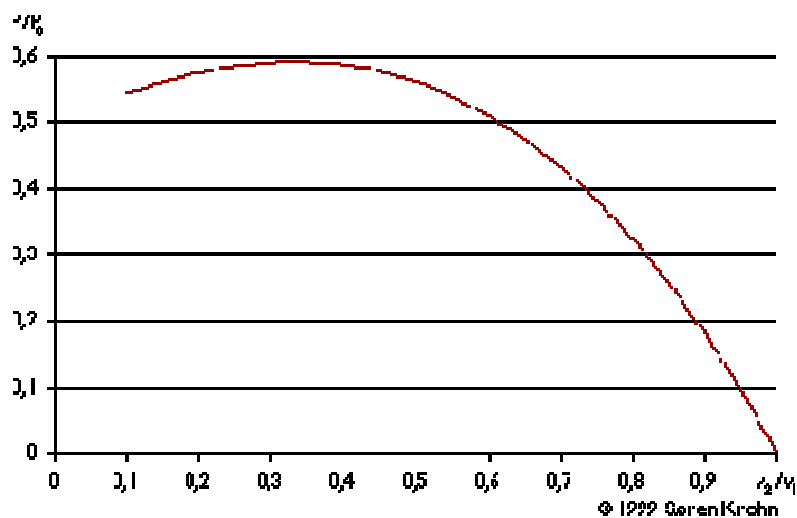


Figura 3.7 Gráfica de la potencia del viento

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Cuyo máximo viene dado por 0.59 aproximadamente, es decir la máxima potencia que se puede extraer del viento es de 0.59 veces esta potencia

3.8 Comparación entre las potencias

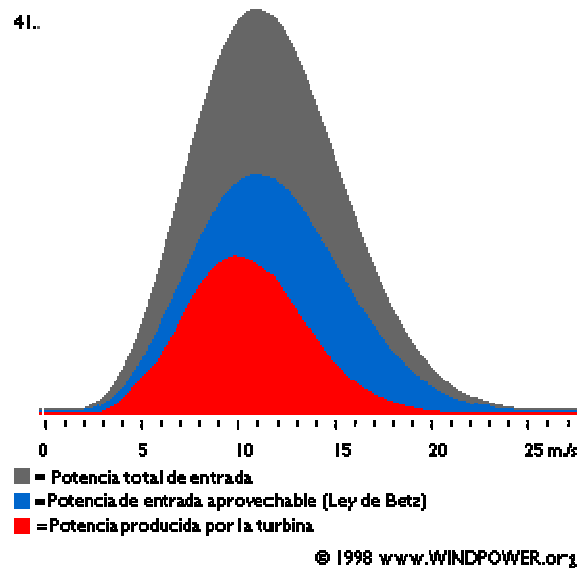


Figura 3.8 Comparación entre las potencias

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

El gráfico muestra las potencias del viento, la extraída por el rotor y la potencia transformada a electricidad.

La extraída por el rotor está limitada por la ley de Betz y la transformada a electricidad está limitada por la eficiencia del generador.

Como la potencia entregada dada por el generador eólico depende de la velocidad del viento la eficiencia va a depender también de la velocidad del viento registrándose eficiencias máximas del orden de 44%

Hay que tener además bien en claro que para lograr una eficiencia alta como la que sale aquí necesario muchos gastos que aumentarían el costo de producir un KW mas por lo tanto máxima eficiencia no implica menor costo de generación

3.9 Energía eléctrica disponible en un aerogenerador

Supongamos que se tiene un aerogenerador, un ejemplo, caso danés de 600 KW de potencia.

Los fabricantes por lo general entregan la Curva de energía eléctrica disponible versus las velocidades a diferentes parámetros de la distribución de weibull:

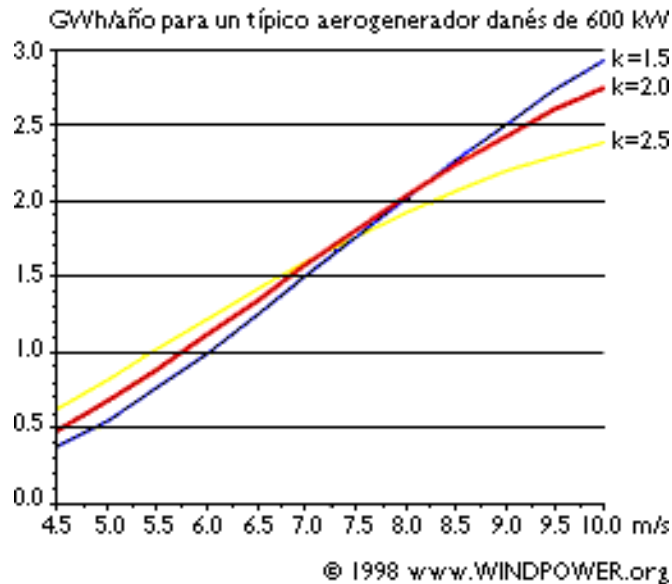


Figura 3.9 Curva de energía eléctrica disponible

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Los distintos colores representan las distintas distribuciones probabilísticas de los vientos en año a distintas velocidades, uno esperaría que a medida que aumentamos la velocidad la energía debería estar a una función cúbica de esta, sin embargo esto nos se produce ya que la eficiencia de los aerogeneradores no es constante, por lo tanto la tendencia es más bien lineal.

3.10 Control de potencia en los aerogeneradores

3.10.1 Pitch controlled

También llamados por regulación de ángulo de paso, el controlador electrónico lleva un registro de las potencias entregadas por el aerogenerador, si la potencia entregada pasase un valor nominal el controlador hace que el ángulo por donde se recibe el viento cambie de posición lo que hace que cambie el área efectiva por donde pasa el viento y por lo tanto disminuye su potencia absorbida, en el caso que la potencia recibida es muy chica se hace el procedimiento contrario

3.10.1 Stall controlled

Denominados también regulados por pérdida de aerodinámica, las palas del rotor están fijas al eje, las palas del rotor han sido aerodinámicamente diseñadas de tal manera que a medida que aumenta la velocidad del viento se produce paridad de potencia por turbulencias y así se regula la potencia generada.

3.10.2 Por alerones

Esta técnica consiste en cambiar la geometría de las palas del rotor, sin embargo esto produce fuerzas que pueden dañar la estructura, por lo tanto es sola usada en generadores de baja potencia.

3.10.3 Relación tamaño potencia

Existe una estrecha relación al tamaño de las palas del rotor y la potencia entregada por este.

En la figura siguiente se muestra la relación:

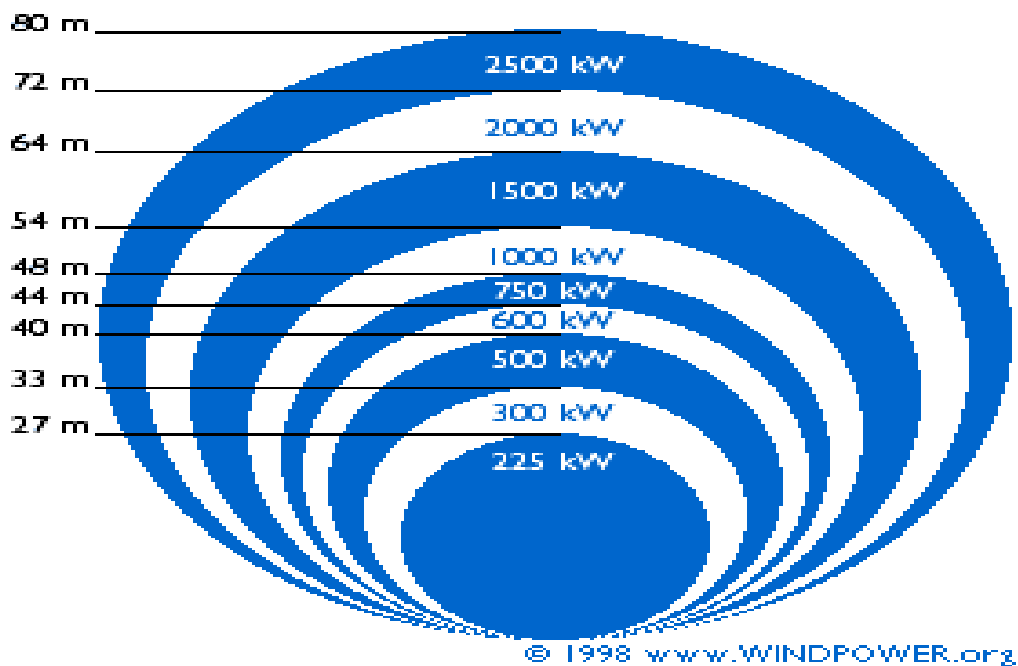


Figura 3.10 Relación tamaño potencia

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

3.11 Generación de la electricidad en los aerogeneradores

3.11.1 Descripción general de un sistema de generación eólico

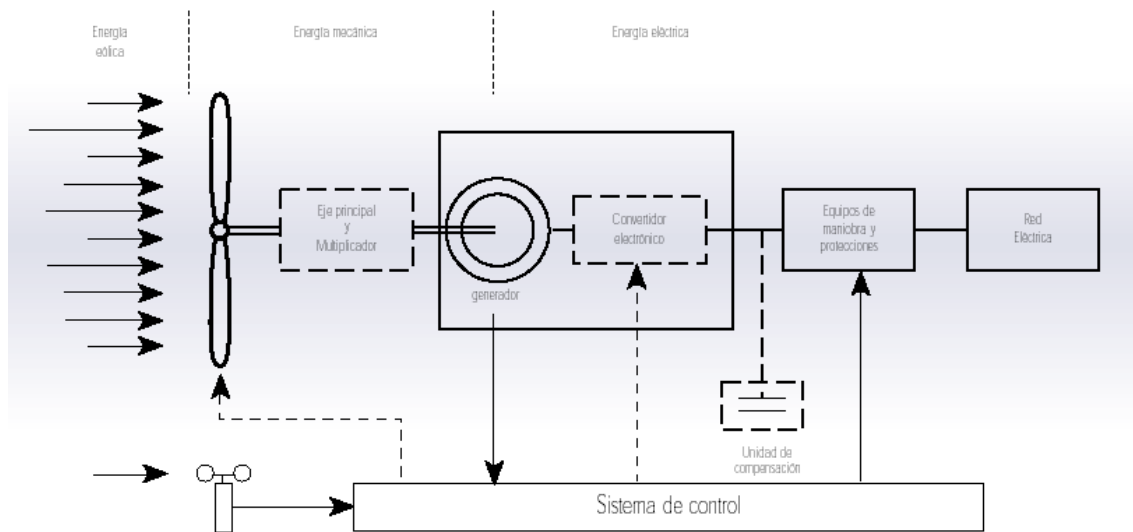


Figura 3.11 Descripción general de un sistema de generación eólico

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Por lo general los generadores pueden ser de inducción o síncronos

Generadores de inducción:

Los generadores de inducción presentan un rotor llamado rotor de jaula de ardilla el cual consta de barras cortocircuitadas tal como muestra la figura



© DWTMA 1998

Figura 3.12 Generación de inducción

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Si hacemos girar al generador de inducción el estator inducirá corrientes en el rotor y con esto se genera electricidad.

Una característica importante de los generadores de inducción es la variable llamada deslizamiento que la diferencia entre la velocidad de giro versus la velocidad de sincronismo.

3.11.2 Generadores síncronos:

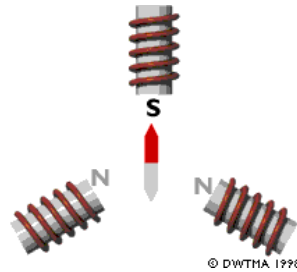


Figura 3.13 Generadores síncronos

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Son llamados así porque la frecuencia que inducen es proporcional a la velocidad de giro del rotor, el rotor debe estar excitado con corriente continua o con un imán.

Para la generación eólica se tienen los siguientes esquemas de conexión:

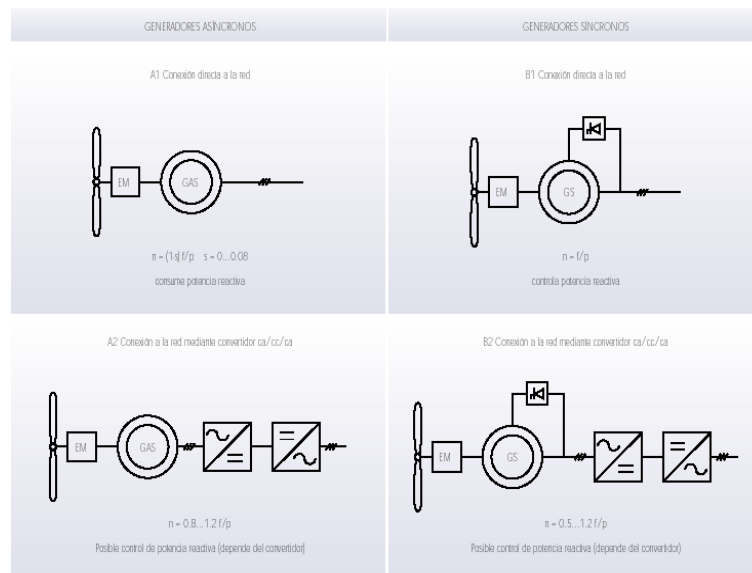


Figura 3.14 Generación eólica

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

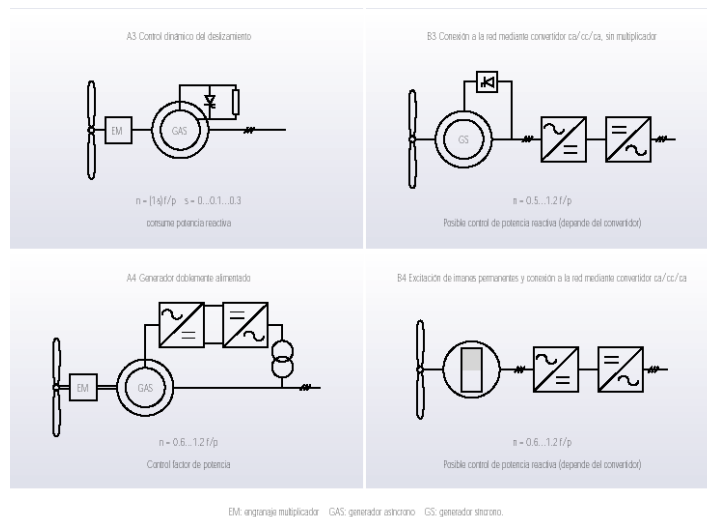


Figura 3.15 Generación eólica

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Uno de los problemas más grande de los generadores son entregar la frecuencia apropiada a la red y también los niveles de tensiones adecuados, esto se puede regularizar usando la potencia reactiva.²³

3.12 Modalidad básica de la investigación

3.12.1 Investigación De campo

Se utilizó la investigación de campo porque se visitó las instalaciones del Instituto en donde se encuentra el aerogenerador ubicado en la terraza del edificio, el cual fue entregado como proyecto de grado por los estudiantes Gustavo Mora y Santiago Olavacha.

El aerogenerador existente genera una potencia de 300W y un voltaje de 220V y mediante los tipos de investigaciones que vamos a realizar, nos permitirá analizar la mejor utilizad del aerogenerador existente.

3.12.2 Investigación Bibliográfica

En este tipo de investigación se revisó el proyecto de grado realizado por el Sr. Gustavo Mora y el Sr. Santiago Olovacha, alumnos egresados de la carrera de

²³ <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

Mecánica. Se pudo tener información que ayudó con la mejora del material didáctico y técnico de la elaboración del proyecto.

También se utilizó Internet, libros, etc. Las cuales ayudaron a comprender ampliamente conceptos básicos.

3.13 Tipos de investigación

3.13.1 Investigación No Experimental

La investigación no experimental se la realizó porque el problema se encuentra presente en la no utilización del aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y por el momento no se ha hecho ningún tipo de aplicación del mismo.

3.14 Niveles de investigación

3.14.1 Investigación Descriptiva

La investigación se la llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en donde se encuentra un aerogenerador que está ubicado en la terraza del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el aerogenerador consta de su infraestructura, una batería y Controlador de Carga 300W / 12V Tipo "Indoor" con disipador de energía, los equipos con los que cuenta el Instituto fueron entregados como proyecto de grado por el Sr. Gustavo Mora y el Sr. Santiago Olovacha, alumnos egresados de la carrera de Mecánica.

El aerogenerador existente en el Instituto genera una potencia de 300W y un voltaje de 220V, las características del aerogenerador nos ayudarán a realizar un análisis detallado para la mejor aplicación del mismo.

Las encuestas realizadas a los alumnos del Instituto y entrevistas realizadas a los docentes del Instituto permitirán una mejor visión de la utilidad del aerogenerador la misma que será revisada y analizada detalladamente, descartando la información defectuosa, incompleta y contradictoria, con el fin de recopilar información que ayude a la elaboración del presente proyecto.

3.15 Universo, población y muestra

Para conocer los datos del universo, población y muestra se recurrió a la secretaria de la carrera de Electrónica quien supo informar los datos del universo que en nuestro caso es el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, mientras que la población son los estudiantes y docentes de la carrera de Electrónica y la muestra se va a tomar tanto del universo como también de la población.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{((N - 1) E^2) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

De donde las dimensiones estadísticas son:

n = Tamaño de la muestra para que sea representativa

N = Conjunto universo

PQ = 0.25 x N Constante que representa la cuarta parte del universo.

Z = 96% = 1.96 Desviación estándar.

N - 1 = Constante de corrección para cálculo de muestras grandes

E = (0.01 al 0.05 %: o sea entre 1 y 5 %) Error admisible.

K = 2 constante de corrección de error.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{((N - 1) E^2) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (0.25) \times (111)}{(111 - 1) \times (0.01)^2 + (1.96)^2 \times (0.25)}$$

$$n = \frac{(3.8416) \times (0.25) \times (111)}{(100) \times (1 \times 10^{-4}) + (3.8416) \times (0.25)}$$

$$n = \frac{106.6044}{0.01 + 0.9604}$$

$$n = \frac{106.6044}{0.9704}$$

$$n = 110$$

Mediante la fórmula desarrollada anteriormente se realizará 100 encuesta a los alumnos que utilicen las instalaciones diariamente.

Y se entrevistara a 10 docentes que utilicen las instalaciones del Instituto.

3.16 Recolección de datos

La recolección de los datos se llevó a cabo mediante encuestas que se realizaron a los alumnos del instituto, mientras que la entrevista se realizó a los docentes de Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para realizar las encuestas se procedió a indicar a los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que utilizan diariamente las instalaciones, que lean despacio las preguntas y que contesten con la mayor franqueza, todas y cada una de las preguntas para así tener datos reales del problema que se presenta en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

La entrevista se la realizó a los docentes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Tratando de recabar toda la información necesaria en cuanto se refiere a la necesidad de la aplicación del aerogenerador existente en el Instituto.

3.17 Procesamiento de información

Al terminar de realizar las encuestas y entrevistas se ejecutó una revisión crítica y minuciosa de cada una de ellas, para así eliminar la información defectuosa, contradictoria, e incompleta que se encontró en las encuestas y entrevistas.

3.18 Análisis e interpretación de resultados

Para realizar el análisis y la interpretación de resultados se utilizó el programa Excel con el cual procedimos a tabular las respuestas y realizar gráficos estadísticos (pasteles) de los resultados para así tener datos numéricos de las repuestas de los estudiantes y de esta forma tener una visión más amplia de las soluciones a nuestros problema.

A continuación se muestra el análisis y la interpretación de resultados de las encuestas realizadas:

Pregunta # 1

¿Considera usted que el ITSA debería usar una fuente de energía renovable?

Tabla # 1

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

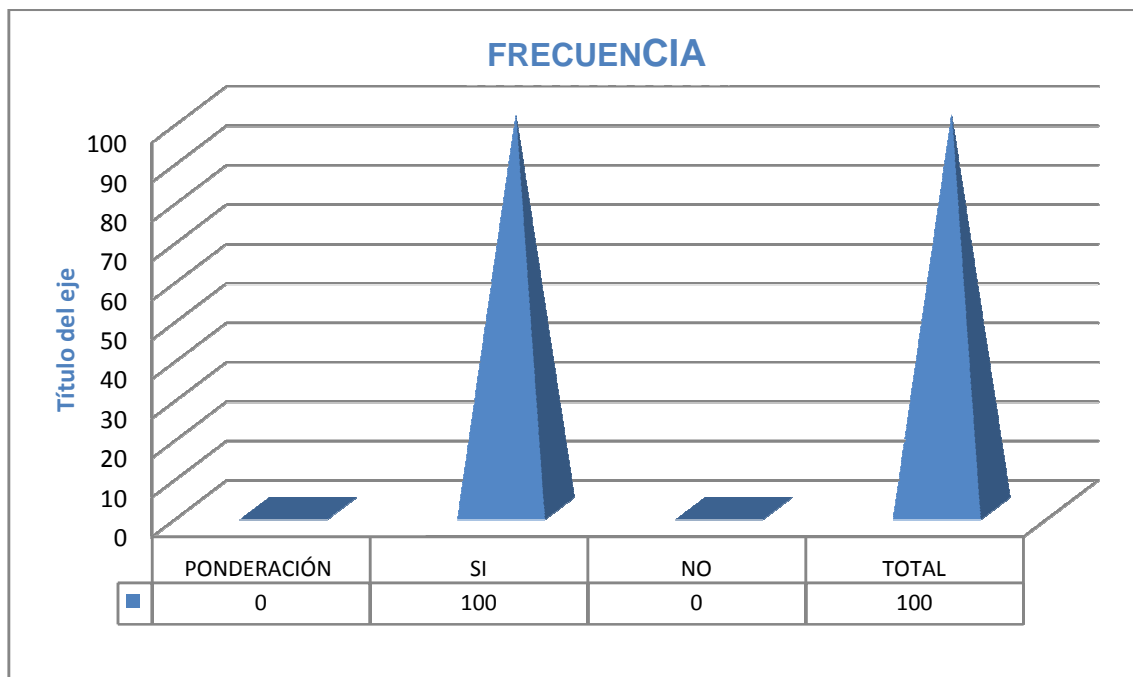


Figura 3.12 Gráfico tabla 1

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Análisis estadístico de los datos

Se observó que el 100% de los estudiantes creen que el ITSA debería usar una fuente de energía renovable.

Interpretación de los resultados

Es evidente que hay que utilizar el aerogenerador existente en el ITSA.

Pregunta # 2

¿Cree usted que se debe utilizar la fuente de energía renovable de un aerogenerador en pleno siglo XXI?

Tabla # 2

PONCERACIÓN	FRECUENCIA
MUY IMPORTANTE	50
IMPORTANTE	34
NO IMPORTANTE	16
TOTAL	100

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

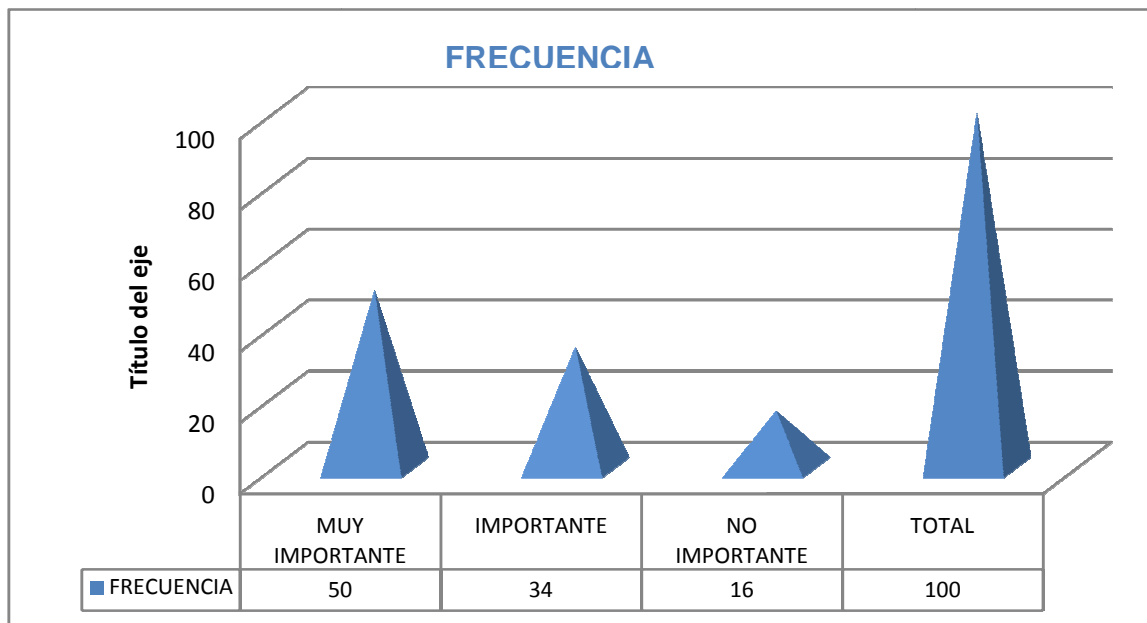


Figura 3.13 Gráfico tabla 2

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Análisis estadístico de los datos

Se observó que el 50% de los alumnos creen que el ITSA debe utilizar la fuente de energía renovable de un aerogenerador en pleno siglo XXI.

Interpretación de los resultados

Es evidente que ahora en la actualidad hay que ahorrar la energía eléctrica y mucho más con una fuente de energía renovable como la del aerogenerador.

Pregunta # 3

¿Sabe usted que es un aerogenerador?

Tabla # 3

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	50
NO	50
TOTAL	100

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Figura # 3

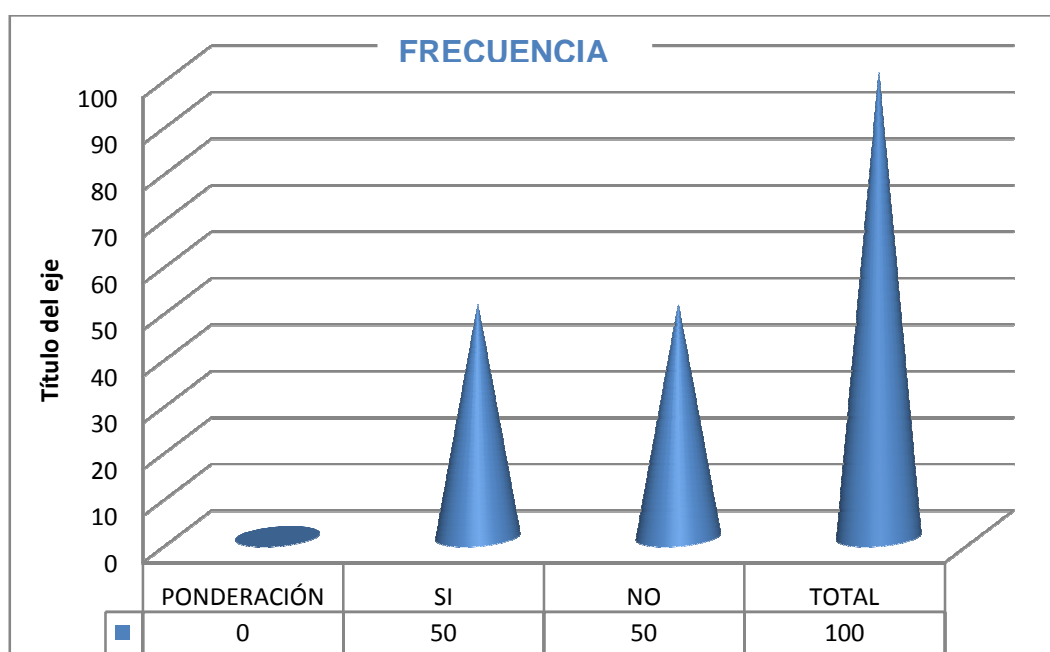


Figura 3.14 Gráfico tabla 3

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Análisis estadístico de los datos

Está claro que el 50% de los alumnos no saben que es un aerogenerador.

Interpretación de los resultados

Del análisis de las encuestas vimos que hay que inculcar a utilizar la energía renovable ya que no tiene un tiempo de vida.

Pregunta # 4

¿Está de acuerdo a que utilice las puertas automáticas la energía renovable del aerogenerador cuando no haya energía eléctrica?

Tabla # 4

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Figura # 4

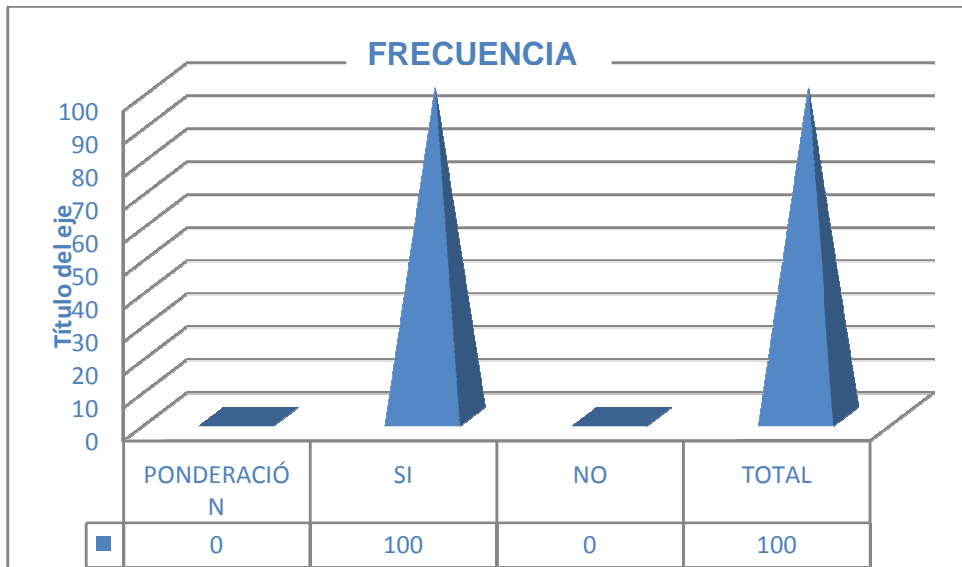


Figura 3.15 Gráfico tabla 4

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Encuestas

Análisis estadístico de los datos

Está muy claro que el 100% de las encuestas están de acuerdo a que se utilice la energía del aerogenerador para las puertas automáticas del ITSA.

Interpretación de los resultados

Según las encuestas debemos utilizar el aerogenerador para las puertas automáticas par que funcionen cuando no haya energía eléctrica.

ENTREVISTA REALIZADA A LOS DOCENTES

PREGUNTA # 1

¿Sabe usted que beneficio tiene al utilizar un aerogenerador?

- El aerogenerador es un equipo que funciona con la fuerza del viento y la energía que emite es energía renovable que quiere decir que no se va a acabar así como el petróleo etc.
- No necesita de mucho mantenimiento el aerogenerador.
- El tiempo de vida de un aerogenerador es de aproximadamente de 15 años.
- En la actualidad se utiliza mucho en otros países para que funcionen equipos pequeños y así ahorrar energía eléctrica.
- Ayuda a economizar la energía que se ocupa de la empresa eléctrica.

Pregunta # 2

¿Cree usted que la instalación del aerogenerador a las puertas automáticas sería beneficioso para el instituto?

Tabla # 5

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	10
NO	0
TOTAL	10

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Figura # 5

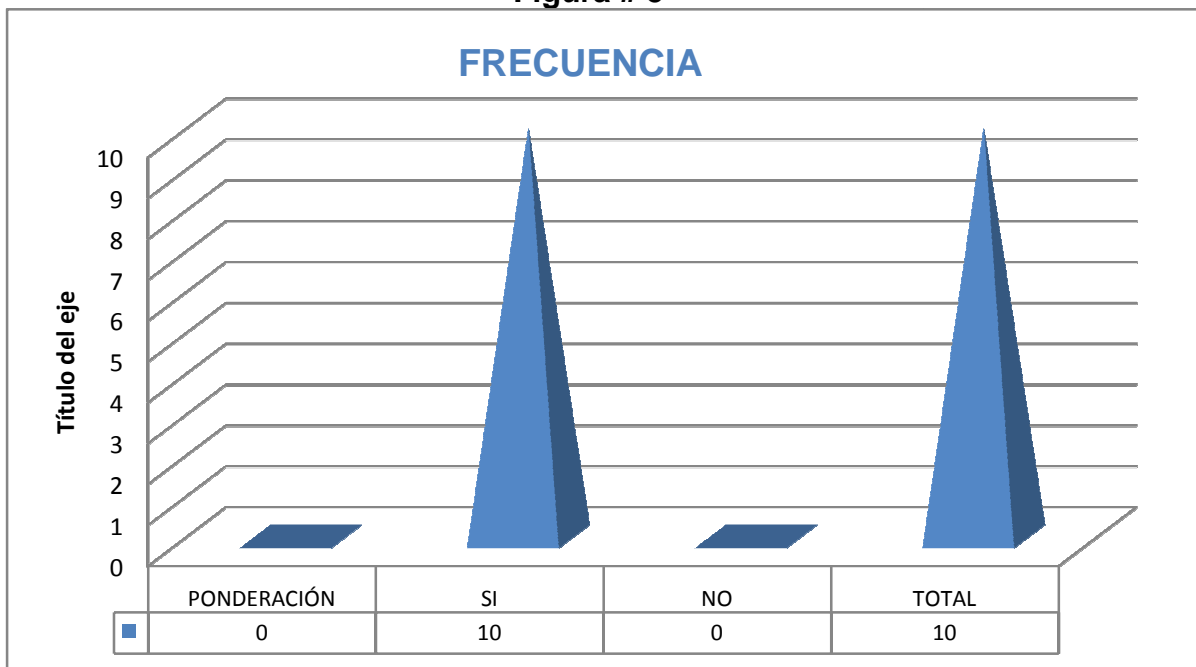


Figura 3.16 Gráfico tabla 5

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Análisis estadístico de los datos

Las entrevistas realizadas a los docentes el 100% dijo que la energía que emite el aerogenerador sería excelente para que funcionen las puertas automáticas del ITSA cuando no haya energía eléctrica.

Interpretación de los resultados

Esto nos muestra que el aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico sería excelente para la realización de este proyecto.

Pregunta #3

¿Cree usted que para reducir los costos de consumo de energía eléctrica se debe utilizar la energía del aerogenerador existente en el instituto?

Tabla # 6

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	10
NO	0
TOTAL	10

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Figura # 6

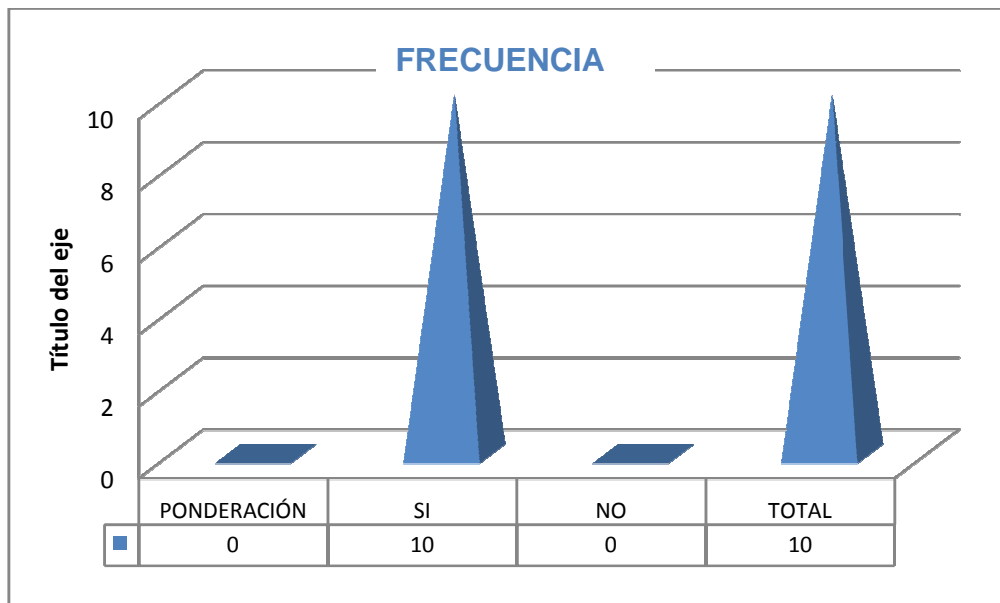


Figura 3.17 Gráfico tabla 6

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Análisis estadístico de los datos

El 100% de los entrevistados dijo que la energía que emite el aerogenerador sería excelente para el ahorro de energía eléctrica que consume el ITSA.

Interpretación de los resultados

Es necesario poner en funcionamiento este proyecto porque es muy importante para el ahorro de energía eléctrica que consume el ITSA y por muchos factores más.

Pregunta # 4

¿Cree usted que se debe implementar más aerogeneradores para ahorrar energía eléctrica?

Tabla # 7

PONDERACIÓN	FRECUENCIA
SI	6
NO	4
TOTAL	10

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Figura # 7

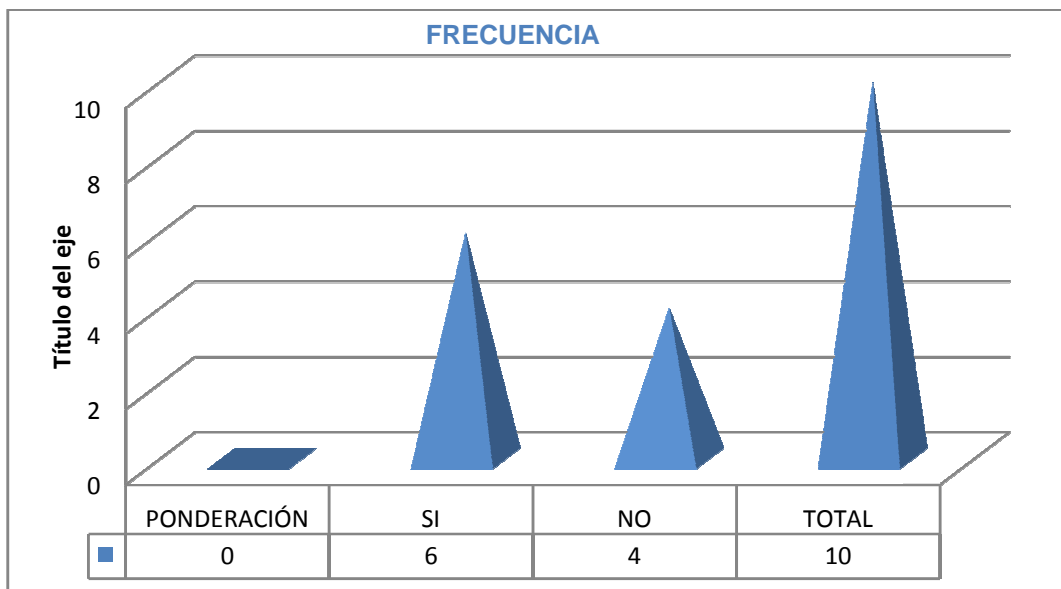


Figura 3.18 Gráfico tabla 7

Realizado por: Julio Chasi

Fuente: Entrevista

Análisis estadístico de los datos

Los entrevistados dijeron que el 60% sería muy útil implementar más aerogeneradores para el ahorro de energía eléctrica, mientras que el 40% dijeron que no sería necesario implementar más aerogeneradores por el momento.

Interpretación de los resultados

Se debería realizar un análisis más detallado para la implementación o no de más aerogeneradores para el ITSA.

CAPÍTULO IV

4 Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Una excelente aplicación del aerogenerador existente en el ITSA sería su conexión a las puertas automáticas para que cuando no haya energía eléctrica, funcionen normalmente.
- Sabemos que el aerogenerador es un equipo ahorrador de energía eléctrica, que en la actualidad es muy utilizado en otros países para economizar energía eléctrica.
- El aerogenerador existente en el ITSA genera un voltaje de 220V y una potencia de 300W, lo cual indica que tendremos que implementar equipos para que la corriente que utilicemos en las puertas automáticas sea la correcta.
- La energía que sobra del aerogenerador se puede dar utilidad para que funcionen equipos pequeños y así ayudar a economizar la energía eléctrica en el ITSA.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer todos los análisis necesarios para que el proyecto en curso obtenga los resultados esperados para en beneficio del ITSA.
- Utilización adecuada de los equipos del aerogenerador para que no exista ningún tipo de problemas en la utilidad o con el tiempo del aerogenerador.
- No exceder en la utilización del aerogenerador de acuerdo a las características del mismo existentes en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- A la persona que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico le encargue el manejo del aerogenerador debe saber el manejo y la utilización del mismo para que funcione correctamente y así el equipo tenga una larga vida de utilidad.

CAPÍTULO V

5 Factibilidad del tema

5.1 Introducción

El presente capítulo, tiene por propósito realizar un análisis del funcionamiento del aerogenerador existente en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, específicamente para las puertas automáticas del edificio del Instituto como prioridad y la potencia que sobra del aerogenerador se haría un análisis para la mejor utilización del mismo.

5.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica, permitirá el análisis técnico, de todos los factores que justificarán la mejor combinación de estos para determinar la viabilidad del proyecto.

- Actualmente el aerogenerador no tiene una aplicación específica.
- Faltan equipos para la utilización del aerogenerador que es un inversor de 1000 VA, entrada 12VDC, salida 110VAC sinusoidal pura 60Hz.
- Una vez completado e instalado el equipo que faltan para el funcionamiento del aerogenerador, será utilizado para cumplir el objetivo trazado en el presente proyecto.

5.3 Factibilidad legal

La selección de conductores está en conformidad a lo que establece en la tabla AWG que se muestra a continuación

Tabla # 8

Temperatura ambiente 30°C

Temperatura máxima en el conductor 75°C

Calibre Del Conductor	Sección Transversal	3 Conductores en el mismo tubo
AWG – MCM	mm²	Amperios
14	2.08	15
12	3.31	20
10	5.26	30
8	8.37	45
6	13.30	65
4	21.15	85
2	33.63	115
1/0	53.63	150
2/0	67.44	175
3/0	85.02	200
4/0	107.2	230
250	126.7	255

Fuente: www.awg.com/tablasdeconductore

5.4.1 Factibilidad operacional

5.4.1 Distribución de la energía eléctrica emitida por el aerogenerador

Las nuevas conexiones del aerogenerador que se aplicarán a las puertas automáticas serán utilizadas por los estudiantes, docentes y personas que visiten el edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ya que podrán utilizar las puertas automáticas con toda normalidad en el caso que no haya energía eléctrica.

5.5 Factibilidad económica

En la siguiente tabla se muestra claramente los gastos de los materiales y equipos que se va a utilizar en el presente proyecto.

TABLA #9

N.-	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Inversor de 1000 VA, entrada 12VDC, salida 110VAC sinusoidal pura 60Hz.	1	400
100	Cable # 14	0.3	30
3	Brake	5	15
1	Taladro	70	70
30	Tornillos de concreto	0.05	1.50
30	Tacos Fisher	0.05	1.50
4	Soportes de brake	2	8
2	Brocas de concreto	1	2
30	Canaletas	2	60
50	Ángulos de canaletas	0.5	25
10	Canaletas de piso	10	100
		TOTAL	713

Realizado por: Julio Chasi

5.5.2 Gastos secundarios

TABLA #10

N.-	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Mano de obra	50	50
1000	Impresiones	0.05	50
20	Pasajes Latacunga-puyo	3.5	70
20	Pasaje puyo-Latacunga	3.5	70
40	Alimentación	2	80
100	Internet	0.7	70
15	Derecho de grado	24	306
1	Imprevistos	100	100
		TOTAL	796

Realizado por: Julio Chasi

5.5.3 Gastos totales

TABLA #11

Material	Costo
1.- Distribución e instalaciones eléctricas.	713
2.- Gastos secundarios	796
TOTAL:	1509

Realizado por: Julio Chasi

CAPÍTULO VI

DENUNCIA DEL TEMA

“Conexión del aerogenerador existente en el ITSA a las puertas automáticas de ingreso y salida del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico”

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de perfil de proyecto de grado				■	■																											
Presentación de perfil de proyecto de grado					■	■																										
Búsqueda de la información								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Diseño del proyecto de grado								■	■																							
Elaboración del capítulo I.								■	■	■	■																					
Elaboración del capítulo II.												■	■	■	■	■																
Entrega del avance al 50 % del proyecto																■																
Elaboración del capítulo III.																■	■	■	■	■												
Elaboración del capítulo IV.																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Predefensa del proyecto																													■			
Designación del tribunal calificador del proyecto																													■			
Declaración de apto para la defensa oral																													■			
Defensas orales																													■	■		

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerogenerador.- Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica).

Aparato electrónico.- Un aparato eléctrico (o dispositivo) es un aparato que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea por transformación, amplificación/reducción o interrupción.

Batería.- Una batería es un dispositivo electroquímico el cual almacena energía en forma química. Cuando se conecta a un circuito eléctrico, la energía química se transforma en energía eléctrica. Todas las baterías son similares en su construcción y están compuestas por un número de celdas electroquímicas. Cada una de estas celdas están compuestas de un electrodo positivo y otro negativo además de un separador. Cuando la batería se está descargando un cambio electroquímico se está produciendo entre los diferentes materiales en los dos electrodos. Los electrones son transportados entre el electrodo positivo y negativo vía un circuito externo (bombillas, motores de arranque etc.).

Electrónica.- Es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos.

Inversor.- También llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

BIBLIOGRAFÍA

www.aeroconstrucion.com

<http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071112100943AAKriq5>

www.icsamexico.com/Conceptos_Seguridad.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador>

http://www.solarpedia.es/index.php/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica

<http://html.rincondelvago.com/baterias.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Electrónica>

http://es.wikipedia.org/wiki/Laboratorio_escolar

http://www.google.com.ec/search?hl=es&defl=es&q=define:Aerogenerador&ei=eor4SpiDJNGSIAekuNjxCg&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title&ved=0CAcQkAEhttp://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje

<http://www.pangea.org/peremarques/actodid.htm>

<http://www.proviento.com/>

http://www.articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-bateria-ducán-sp-200-12-solar-power-deep-cycle-_JM

<http://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador>

<http://aerovable.com/2008/12/11/cmo-funciona-un-aerogenerador-o-turbina-eolica/>

http://www.eolicasdelsil.com/ESILSA_FUNCIONAERO.htm

<http://elblogverde.com/energia-eolica/>

<http://www.infoeolica.com/grandes.html>

<http://www.uv.es/~navasqui/OtrosAerogeneradores/Aerogenferr.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/inversor>

<http://es.wikipedia.org/wiki/aprendizaje>

<http://www.uruguay.attac.org/rincon/inversor.htm>

<http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071112100943AAKriq5>

<http://www.aeroconstrucion.com>

<http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm>

<http://www.jenijos.com/AEROGENERADORES/aerogeneradores.htm>

A N N E X O S

ANEXO 1

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA
CUESTIONARIO**

Encuesta No.....

Fecha:

Encuesta dirigida a: A TODO EL PERSONAL QUE UTILICE LAS INSTALACIONES DEL ITSA.

Objetivo:

Buenos días, reciba un cordial saludo de parte de un compañero aerotécnico que realiza esta encuesta que se relaciona con el mejoramiento de las instalaciones del ITSA utilizando la energía renovable que proporciona el aerogenerador que sería de mucha utilidad para cultivar a las nuevas generaciones a utilizar la energía renovable como una prioridad. El cuestionario le llevará tan sólo unos pocos minutos contestarlo. Agradezco su información y garantizo que el mismo será tratado confidencialmente.

Preguntas:

1. Marque con una **X** según sea su respuesta: ¿Considera usted que el ITSA debería usar una fuente de energía renovable?

SI NO

Si su respuesta es afirmativa, por favor continúe con las siguientes preguntas.

2. ¿Cree usted que se debe hacer un análisis profundo de las características del aerogenerador existente en el instituto?

- a) Muy importante
- b) Importante
- c) No importante

ANEXO 2

CEDULA DE ENTREVISTA

Entrevista No.....

Fecha:

Entrevista dirigida a: DOCENTES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO

Preguntas:

1. ¿Sabe usted que beneficio tiene al utilizar un aerogenerador?

.....

Porqué?

.....

.....

2. ¿Cree usted que la instalación del aerogenerador a las puertas automáticas sería beneficioso para el instituto?

.....

Porqué?

.....

.....

3. ¿Cree usted que para reducir los costos de consumo de energía eléctrica se debe utilizar la energía del aerogenerador existente en el instituto?

.....

Porqué?

.....
.....

4. ¿Cree usted que se debe implementar más aerogeneradores para ahorrar energía eléctrica?

.....

Porqué?

.....
.....

Observaciones:.....
.....
.....

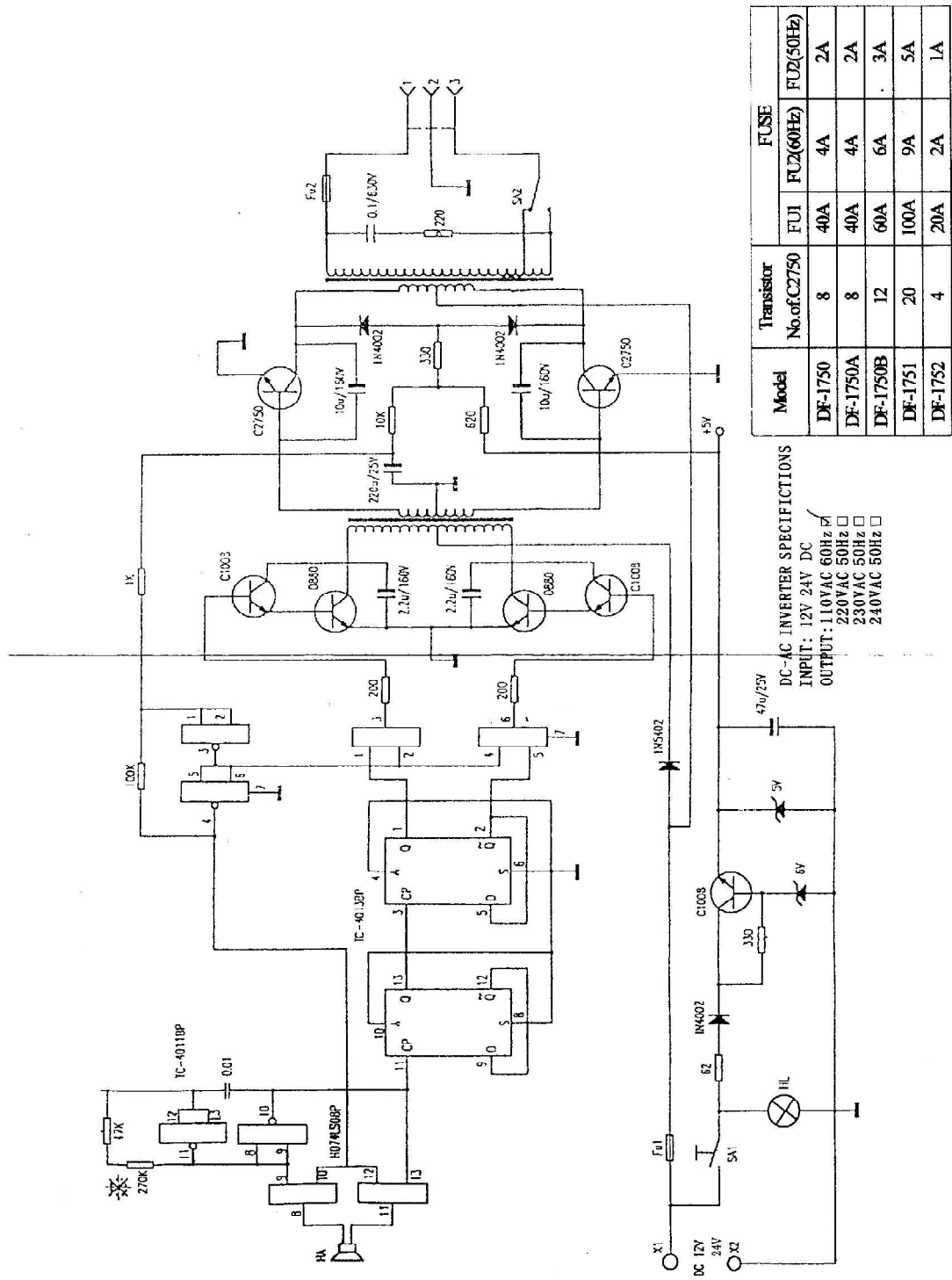
Nombre del entrevistado.....

Datos socio-demográficos del entrevistado:

Edad Estado civil Función que ocupa

ANEXO B

Circuito interno del RegulaPower DF 1751



ANEXO C



Especificaciones del aerogenerador existente y equipos adecuados que se utilizaron para el funcionamiento de las puertas.

Aerogenerador Exmork W300

Aerogenerador de 300W / 12V

Potencia máxima: 400W

Hélice: 2,2m, 3 aspas

Velocidad de arranque/nominal: 2,5 m/s / 7 m/s

Cuerpo de hierro fundido, Peso 45kg

Aspas de fibra de vidrio, Veleta y demás materiales en acero inoxidable



Controlador de Carga 300W / 12V Tipo "Indoor" con disipador de energía

Con posibilidad de ingresar 50W de energía solar (sistema híbrido)

Indicación de voltaje y amperaje de carga

6 indicadores para Viento / Solar, Voltaje baja/alta,

Fusible y Batería inversa



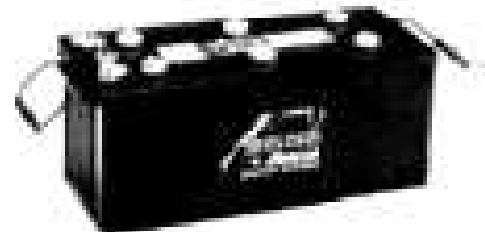
RegulaPower DF1751 12 VDC 1000VA a 110VAC

Inversor de 1000 VA, entrada 12VDC, salida 110VAC sinusoidal pura 60Hz.



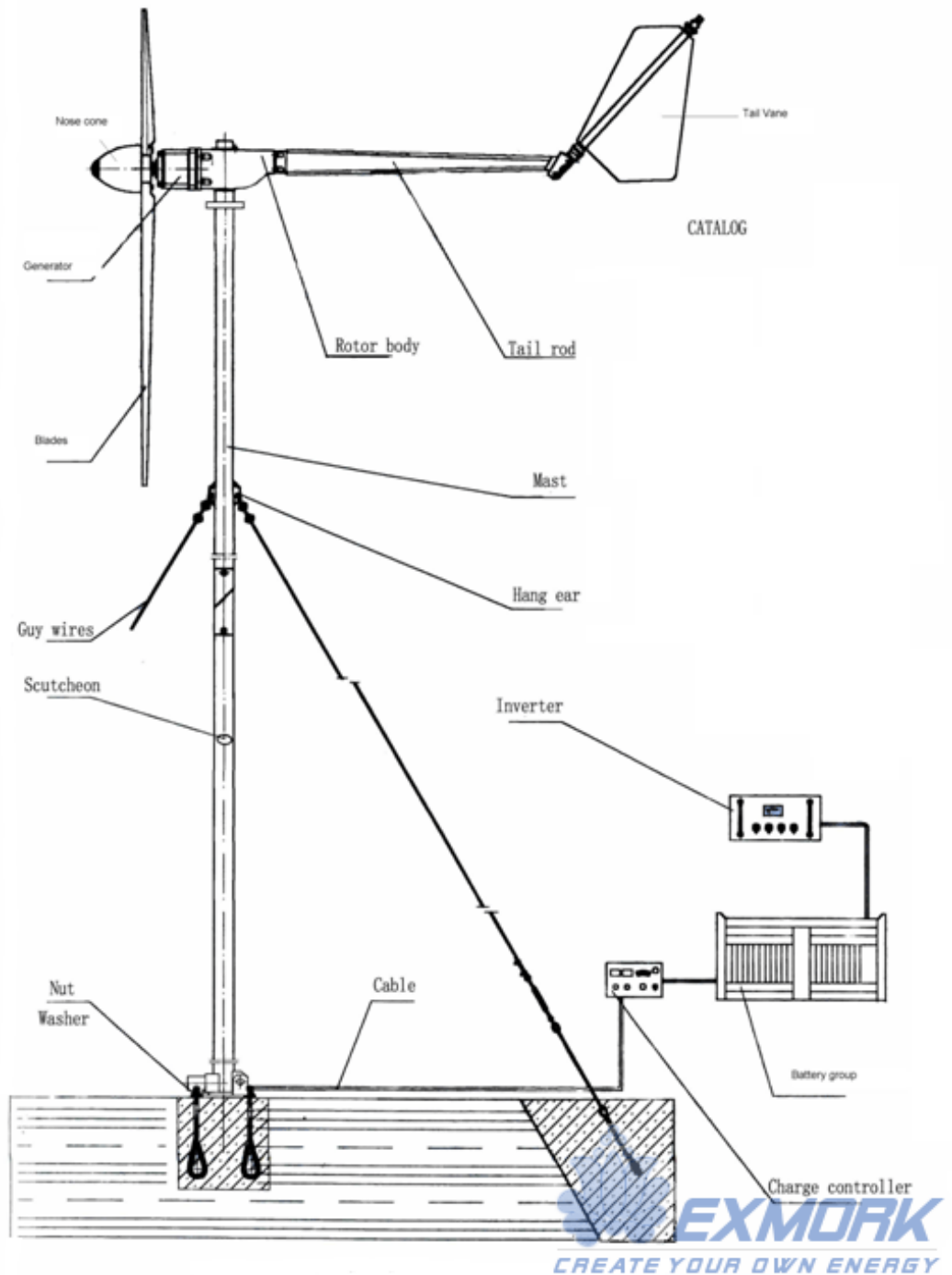
Batería Solar SP160:

Batería Plomo Acido de Ciclo Profundo de casi "Libre Mantenimiento" 12V/160Ah



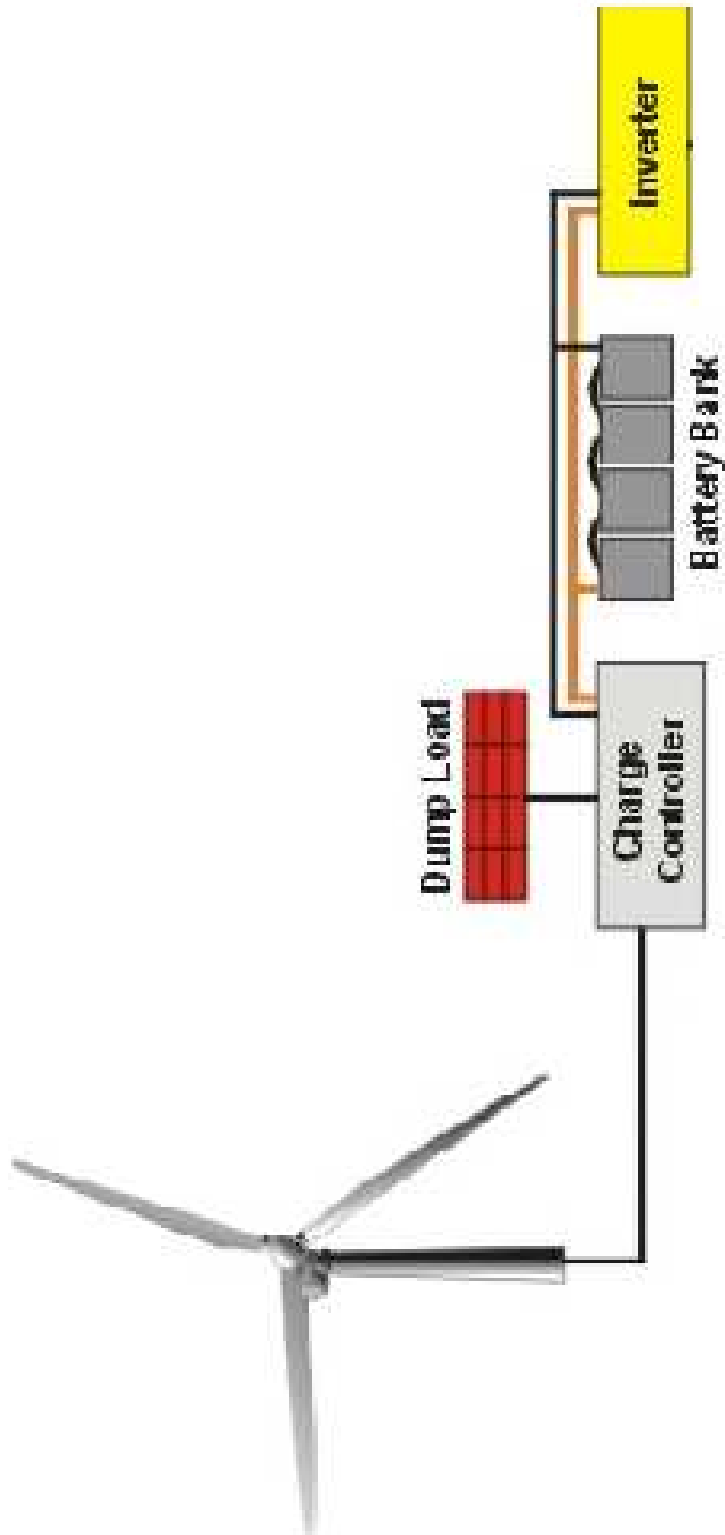
ANEXO D

Especificación de un aerogenerador y sus equipos con sus respectivas conexiones



ANEXO E

Conexión de un inversor con sus respectivos equipos



ANEXO G

Características de las puertas automáticas



Fuente: Puertas automáticas

ANEXO H

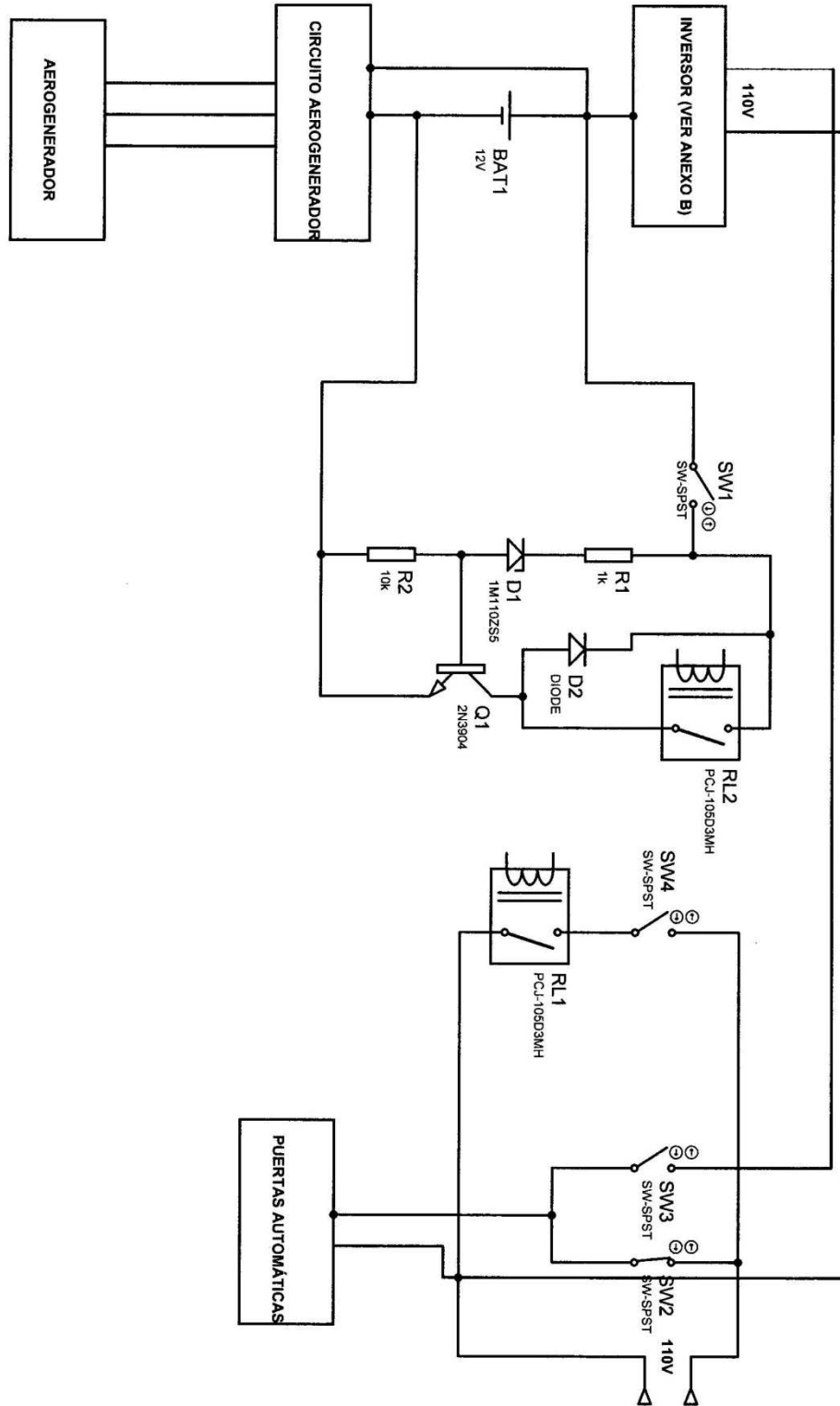
Comportamiento ambiental en Ecuador

Enero	Invierno	Pocas llluvias
Febrero	Invierno	Muy pocas llluvias
Marzo	Verano	Sol
Abril	Verano	Sol
Mayo	Verano	Poco viento
Junio	Verano	Poco viento
Julio	Verano	Ventoso
Agosto	Verano	Muy ventoso
Septiembre	Invierno	Ventoso
Octubre	Invierno	Algo de sol
Noviembre	Invierno	Lluvias
Diciembre	Invierno	Lluvias

Fuente: www.espaciotiempo.state/america/sur/ecuador/center

ANEXO I

Representación esquemática del circuito de conmutación



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: CHASI GUERRERO JULIO CESAR

NACIONALIDAD: ECUATORIANO

FECHA DE NACIMIENTO: 21 DE MARZO DE 1986

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 160037793-9

TELÉFONOS: 032886038 - 084335694

CORREO ELECTRÓNICO: julio.cesar-777@hotmail.com

DIRECCIÓN: PUYO-ECUADOR



ESTUDIOS REALIZADOS

EDUCACIÓN PRIMARIA

ESCUELA: ALVARO VALLADARES

EDUCACIÓN SECUNDARIA

COLEGIO: INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
FRANCISCO DE ORELLANA

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER TÉCNICO EN ELECTRICIDAD

EDUCACIÓN SUPERIOR

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO (ITSA- FAE)
ELECTRÓNICA MENCIÓN EN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

AEROTSENTSAK (SHELL) COMO PRACTICANTE.

FAE ALA 11 (QUITO) COMO PRACTICANTE.

CURSOS Y SEMINARIOS

CURSO DE CHOFER "LICENCIA TIPO B".

SEMINARIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA II & III.

SEMINARIO DE MARKETING Y VENTAS CÁMARA DE COMERCIO DE PASTAZA.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO "SUFICIENCIA EN INGLÉS" CERTIFICADO.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

JULIO CESAR CHASI GUERRERO

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

Ing. Pablo Pilatasig

Latacunga, 26 de Agosto del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CHASI GUERRERO JULIO CESAR, Egresado de la carrera de ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N°160037793-9, autor del Trabajo de Graduación “CONEXIÓN DEL AEROGENERADOR EXISTENTE EN EL ITSA A LAS PUERTAS AUTOMÁTICAS DE INGRESO Y SALIDA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

JULIO CESAR CHASI GUERRERO

Latacunga, 26 de Agosto del 2010