

¿Cómo funciona el viento?.

Aerogenerador educacional C-0200 de Cebekit.

Autor: Toni Rodríguez. (bagul.net)

Comprender de manera natural el proceso y los distintos elementos que permiten convertir en electricidad la fuerza del viento. Un mini-aerogenerador a escala, divertido, sencillo, funcional y educativo.

Progreso y energía son sinónimos. Afortunadamente, con las ventajas e inconvenientes que comporta, en la actualidad esta concepción ha arraigado en la conciencia global de nuestra sociedad y la responsabilidad y el compromiso son condiciones que no puede eludir el desarrollo industrial.

La electricidad, como fuente de energía de mayor demanda y dependencia, ocupa el principal puesto en la búsqueda de recursos que aseguren el modelo de desarrollo ideal, y las denominadas tecnologías alternativas constituyen el segmento más estratégico para conseguirlo.

Los aerogeneradores, con el aprovechamiento de la energía cinética provocada por el viento, es entre todas, la tecnología de producción eléctrica con mayor expansión en índice de crecimiento y extensión.

Se sitúa además como la más dominante en líneas de desarrollo y campos de investigación relacionados, como sistemas mixtos de producción y almacenaje en función de la demanda. Aquí es precisamente donde hay mayor camino a recorrer, y por estas y otras características los aerogeneradores se han colocado en una situación de excepcional interés.

El C-0200 de Cebekit es un atractivo aerogenerador a escala. Permite montar los principales elementos en que están compuestos, identificar su función, y comprende los principios de funcionamiento y conceptos de esta tecnología de una manera natural.

Incorpora un generador trifásico optimizado para obtener rendimiento en condiciones de poco viento, como podría ser un espacio interior. Además facilita trasladar y establecer el paralelismo que ilustran el como y por qué de los aerogeneradores de tamaño natural, y por estos aspectos didácticos, lo señalamos como la herramienta idónea y lo emplearemos en el desarrollo de éste artículo.



Cebekit C-0200

¿Qué es un aerogenerador?

Los Aerogeneradores aprovechan la energía cinética del movimiento de sus aspas, provocado por el viento, para producir electricidad. Pueden explotarse en solitario o agrupados en campos eólicos.

Conceptualmente, un aerogenerador puede ser de eje vertical, donde las aspas giran sobre el mismo mismo plano de soporte, o de eje horizontal, donde la rotación se realiza paralela a la base.

¿Como funciona?

Los aerogeneradores de eje horizontal, debido a su mejor respuesta y adecuación en rendimiento y versatilidad, son los más comunes y de extensa utilización. Las principales partes de las que se componen pueden agruparse en tres secciones: Deflector, Góndola y Torre.

El Deflector en realidad es únicamente la cubierta aerodinámica que protege y da forma externa al buje. Éste comprende las palas y el rotor.

El rotor constituye el conjunto fundamental para la transmisión de la potencia generada en el movimiento de las palas.

Actualmente existen rotores que pueden producir hasta 3 MW, con distintos diámetros, que pueden llegar a superar los 120 m. Aunque no debe corresponderse mayor tamaño del rotor con más potencia. De hecho, a menudo es lo contrario. El diámetro del rotor se debe al lugar al que se destine la máquina: onshore, (aerogenerador en tierra firme), offshore, (emplazamiento en el mar); así como su clase: CI, CII o CIII, para vientos fuertes, medios o bajos, respectivamente.

Pero la auténtica clave de rendimiento y potencia generada reside en el diseño de las palas.

El principio motor de las palas es exactamente el opuesto al de sustentación en las alas de un avión. Están diseñadas para convertir la energía cinética del viento en un giro de las palas que traslada el movimiento del rotor sobre el eje.

Cuando la velocidad del viento es suficientemente elevada, la interposición de la pala, que actúa como un obstáculo, se vence y es empujada provocando el desplazamiento en forma de giro. La velocidad de rotación es proporcional al área barrida por las palas y normalmente está limitada por la velocidad en punta de la pala.

¿Cuántas Palas?

Aunque el movimiento del rotor podría conseguirse con una única pala. Debido al desequilibrio en la falta de contrapeso cuando la pala llega a su punto máximo de inflexión, la dificultad para conseguir una rotación completa y mantener el ciclo de giro sería el gran inconveniente para un aerogenerador de estas características.

El uso de dos palas no es extraño e introduce el contrapeso como parte del movimiento, pero también adolece de una desventaja, necesita vientos más fuertes para poder arrancar.

La tercera pala es la configuración más empleada, constituye el número mínimo de palas para obtener un buen rendimiento, aquí el equilibrio entre empuje y contrapeso del movimiento es lo suficientemente óptimo para conseguir un menor coste de desplazamiento, asegurando la rotación también en condiciones desfavorables.

¿Como son las Palas?

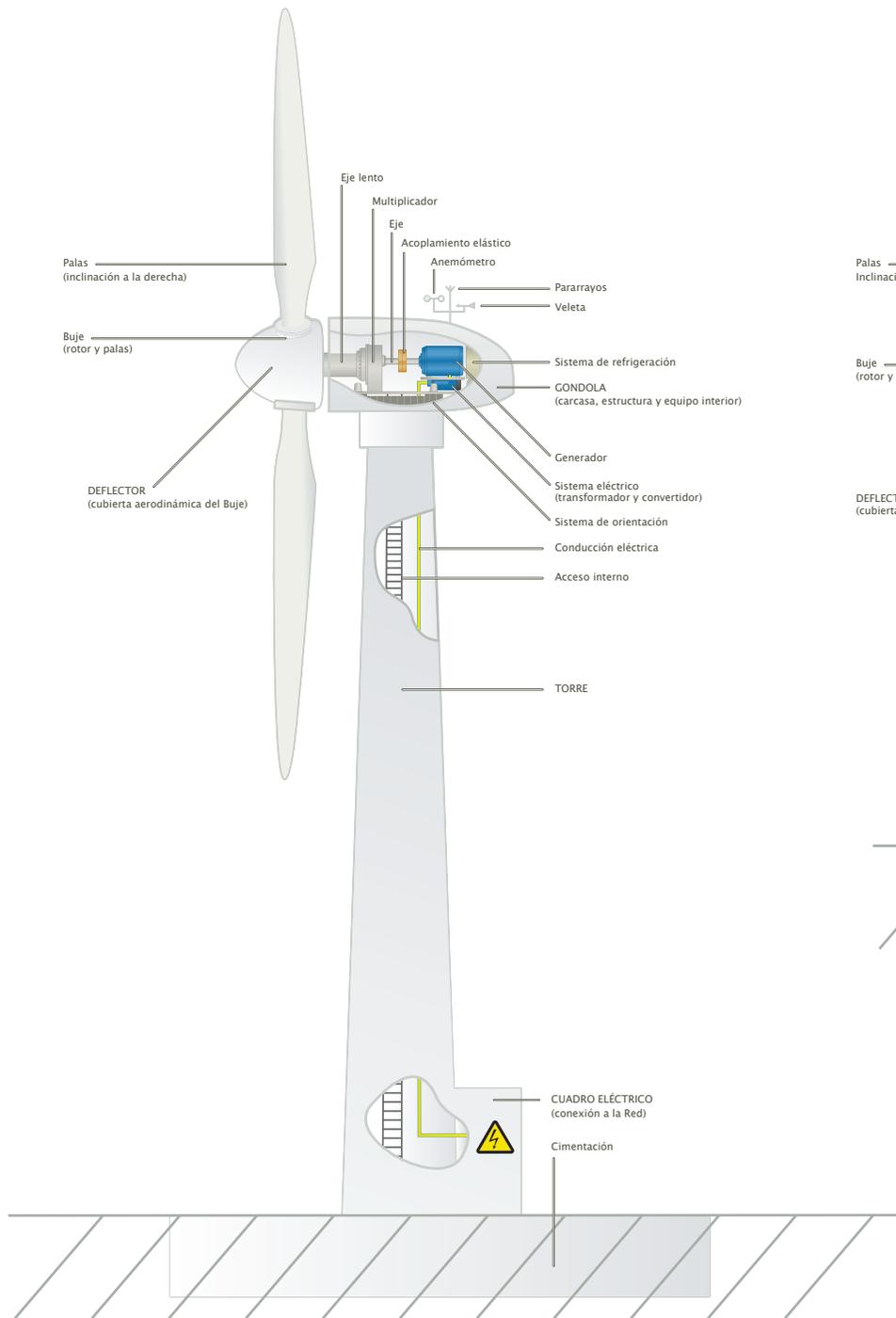
La longitud y superficie de las palas se establece condicionadas a los parámetros de equilibrio en la estructura y en función de la potencia deseada.

Una pala no puede ser completamente rígida, debe estar construida con la mínima flexibilidad que evite la ruptura por una fuerza de empuje excesiva en toda su dimensión. A su vez, la longitud de la pala ha de contemplar esta flexión evitando que en su verticalidad, el extremo pueda impactar con la torre de soporte.

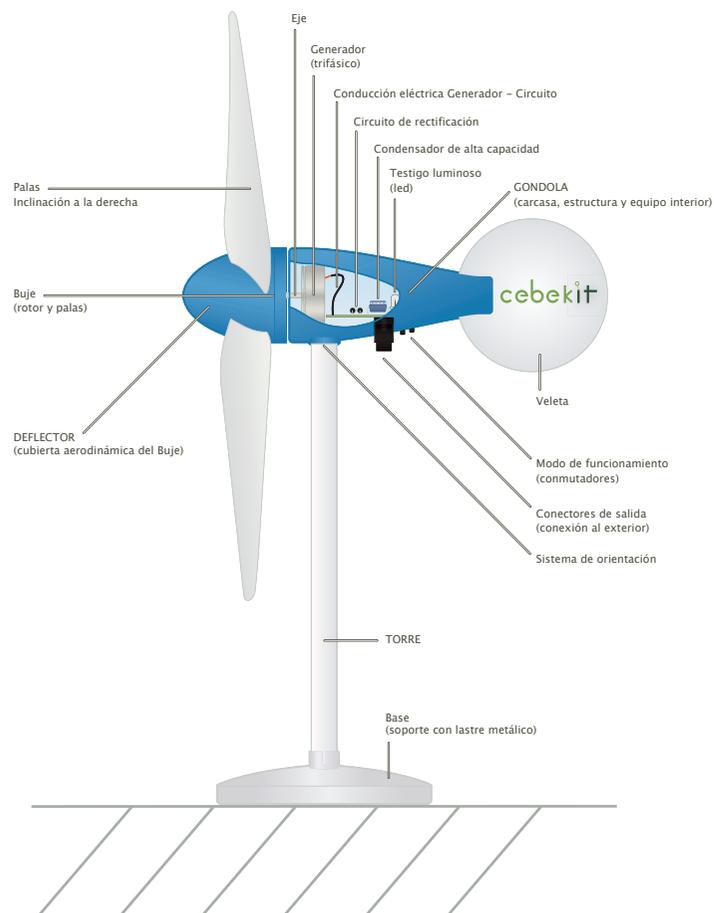
Además cuanto mayor es la superficie de la pala mayor debe ser su rotor y por tanto el resto de su estructura de soporte, con la complejidad que comportará el transporte, montaje y las soluciones técnicas necesarias a los diferentes inconvenientes que plantea una máquina de grandes dimensiones. Un reto que aún ingenierías mecánica, eléctrica y electrónica.

La trascendencia de las palas en un aerogenerador queda reflejada también en el C-0200. Cebekit le confiere una especial atención y aunque describe el acoplamiento para tres palas, ha dimensionado el mini-aerogenerador para poder montar desde 1 única hasta un máximo de 6, que se incluyen en el kit y que permiten corroborar las diferencias de rendimiento entre una y otra configuración. También describe el proceso de modificación de longitud o la creación de palas nuevas.

AEROGENERADOR DE EJE HORIZONTAL



MINI-AEROGENERADOR DE EJE HORIZONTAL CEBEKIT C-0200



ilustraciones realizadas por: bagul.net 

La Góndola

Después del Deflector y antes de la Torre, la Góndola es otra de las secciones principales del aerogenerador. En su interior se alojan los principales elementos de control de la máquina y la conversión de la energía cinética en corriente eléctrica. Por su importancia, cabe reseñar la manera en la que intervienen cada uno de ellos.

El Eje-Lento sirve para unir el Rotor con el Multiplicador. Aunque en algunos modelos el multiplicador está directamente acoplado al rotor, habitualmente se sitúa en la estructura de la góndola.

La función del Multiplicador es convertir el giro lento del rotor en una velocidad elevada y constante, al suficiente número de revoluciones que garantice el funcionamiento del generador. Internamente es una gran caja de engranajes.

El Eje transmite esta velocidad incrementada por la caja de engranajes interna del Multiplicador al Generador mediante un Acoplamiento Elástico intermedio.

Sin el Acoplamiento Elástico, la conexión entre el multiplicador y el generador no dispondría de un elemento para absorber las desalineaciones entre ambas partes, y el eje terminaría rompiéndose por fatiga.

La conversión final de movimiento en electricidad la realiza el Generador. Normalmente asíncrono, el generador es una turbina que transforma la velocidad alta y constante transmitida desde el multiplicador en corriente alterna. También puede ser de tipo síncrono, de jaula de ardilla, u otros.

Para que sea posible establecer una conexión entre la electricidad producida por el generador con la red eléctrica, la frecuencia y voltaje de la electricidad deben ser estables, por lo que el generador puede incorporar Convertidores y Transformadores para garantizarlas.

El Anemómetro registra la velocidad del viento y la Veleta la dirección. Esta información, junto con la de otros sensores es recogida por la Electrónica de control, que monitoriza cada parte o elemento que interviene en el funcionamiento del aerogenerador y sobre la que recae la gestión de las funciones principales como movimiento rotación, orientación, sistema eléctrico y comunicación con el control central.

Finalmente, el sistema de orientación, apunta góndola y buje hacia la dirección más favorable, bloqueando el movimiento de orientación cuando sea necesario para operaciones de mantenimiento y emergencia, o evitando la posibilidad de girar repetidamente sobre si mismo, destruyendo la conducción eléctrica.

Analizando el paralelismo con la góndola del C-0200 de Cebekit, y debido a que la fuerza del rotor de éste es suficiente para conseguir excitar al sensible generador trifásico que incorpora, El C-0200 prescinde de multiplicador y de acoplamiento elástico. El generador produce corriente alterna de bajo voltaje que es convertida en continua mediante un circuito rectificador con diodos y un condensador de alta capacidad.

Como la conducción eléctrica se realiza por el exterior, sin pasar por la torre, el sistema de orientación es automático, sin engranajes de control, conducido por la amplia veleta de cola.

La Torre

La altura y diámetro de la torre también se suscriben al diseño conjunto del aerogenerador y su rendimiento. Garantizan las dimensiones necesarias para la clase y lugar al que está destinado, la sustentación de la máquina y el acceso interior hasta la góndola, que puede ser mediante escalera o elevador.

Las torres de mayor envergadura, que pueden superar los 100 m. se emplean en aerogeneradores de tierra firme, (onshore), mientras que las torres offshore no suelen ser demasiado altas. En la base de la torre, se encuentra normalmente el cuadro de conexión a la red eléctrica.

La torre del C-0200, por tratarse de un aerogenerador en miniatura, tiene un diámetro y altura mínimas en correspondencia con el resto de dimensiones del diseño. Así, el cuadro de conexión

no existe y se sustituye por un módulo electrónico externo de evaluación y visualización de rendimiento, que se conecta directamente a la conducción eléctrica del aerogenerador y que incluye el kit.

Esta característica permite al C-0200 caviar éste módulo de fábrica por otros accesorios que amplían la gama de experimentación y trabajo del mini-aerogenerador, como el cargador C-0204 para pequeños equipos electrónicos, como móviles, pilas recargables, etc, o el voltímetro a leds C-0205 que mostraremos más adelante.



Foto 3

Montaje del C-0200.

El C-0200 se suministra en forma de kit, las partes más complejas del cual ya han sido ensambladas, reduciendo el uso de herramientas únicamente a un pequeño destornillador de punta de estrella y centrando la experiencia del montaje en las diferentes partes que componen el aerogenerador y su conexión. El módulo electrónico de rectificación eléctrica, por ejemplo, solamente debe acoplarse en el lugar y momento adecuados e instar los cables al conector respectivo. No existen operaciones de soldadura, enganche, etc.

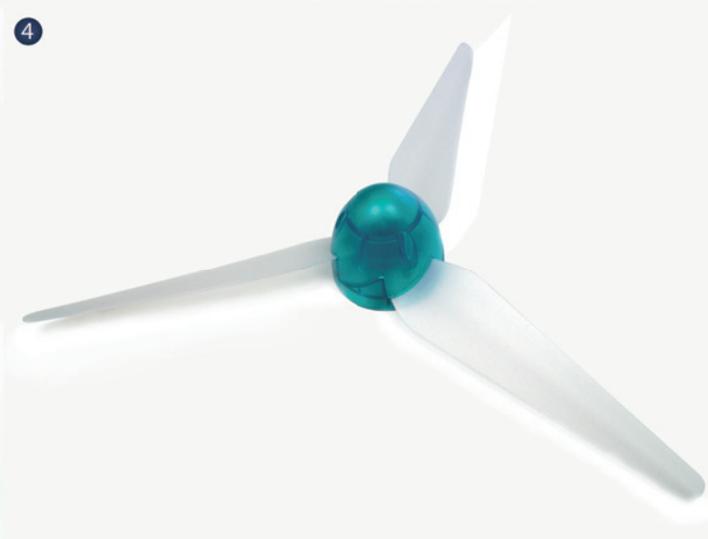
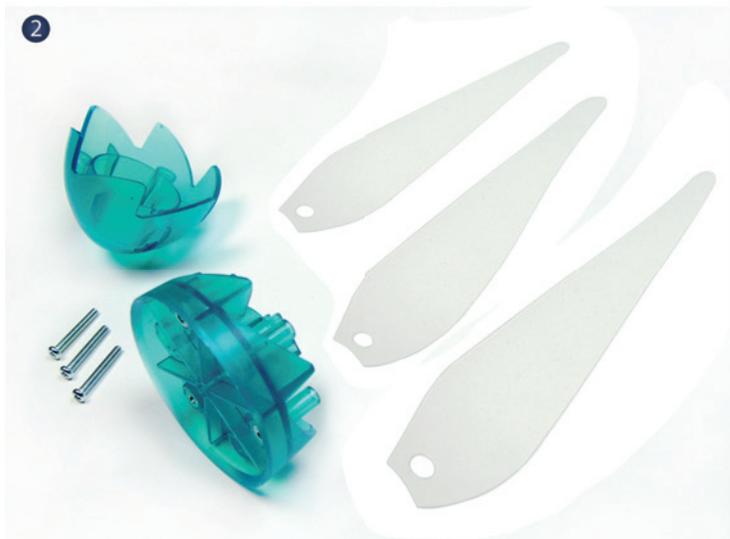
No obstante, debido a su escala, la manipulación requiere delicadeza, y como toda estructura de montaje paso a paso, es necesario seguir escrupulosamente el orden establecido por el manual.

Si se emplea delicadeza, atención y el apriete de los tornillos se realiza con moderación, el montaje no presenta dificultades.

Siguiendo el orden establecido en la documentación, la construcción del C-0200 puede sementarse en distintas etapas o pasos.



Foto 4



Paso 1. Bloque Deflector.

Paso 1.1. Detalle de las 6 palas que incorpora el kit.

Paso 1.2. Componentes de montaje de la sección: deflector, rotor, tornillería y tres palas.

Paso 1.3. Acoplamiento del rotor con palas y presentación del deflector.

Paso 1.4. Ensamblado completo de la sección.



Foto 5

Paso 2. Góndola. (Foto 2)

Paso 2.1. Elementos para el montaje de la Góndola.

Paso 2.2. Instalación del Generador y circuito de rectificación.

Paso 2.3. Colocación de la veleta, carenado y fijación de la tornillería.

Paso 2.4. Encapsulado de la Góndola, listo para acoplamiento de la Torre.

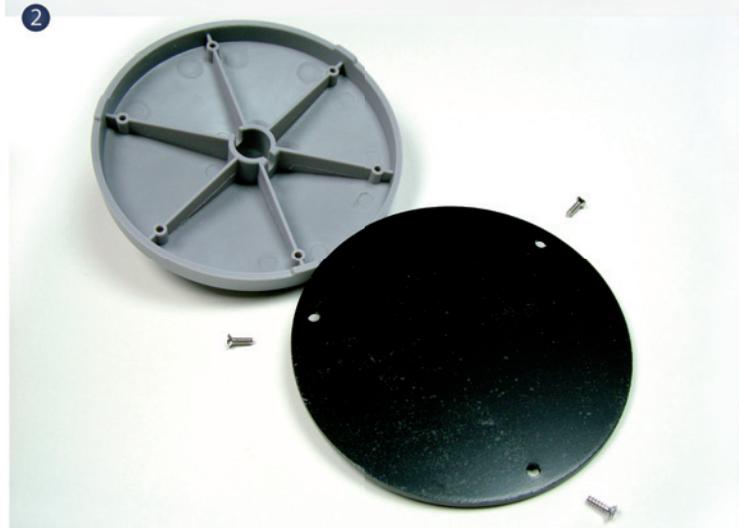


Foto 6

Paso 3. Estructura de la Torre.

Paso 3.1. Componentes de la Torre.

Paso 3.2. Construcción de la base con lastre metálico y fijación de los tornillos.

Paso 3.3. Acoplamiento de sección central de la Torre con la base.

Paso 3.4. Resultado final de la Torre completamente ensamblada.



Foto 7

Paso 4. Ensamblado completo del aerogenerador.

Paso 4.1. Detalle de la conexión para auto-rotación de la Góndola sobre la Torre.

Paso 4.2. Conexión de la Góndola con la Torre.

Paso 4.3. Colocación del deflector en el eje de la góndola.

Paso 4.4. Deflector preparado para presionar hasta punto tope de la góndola y finalización del aerogenerador.

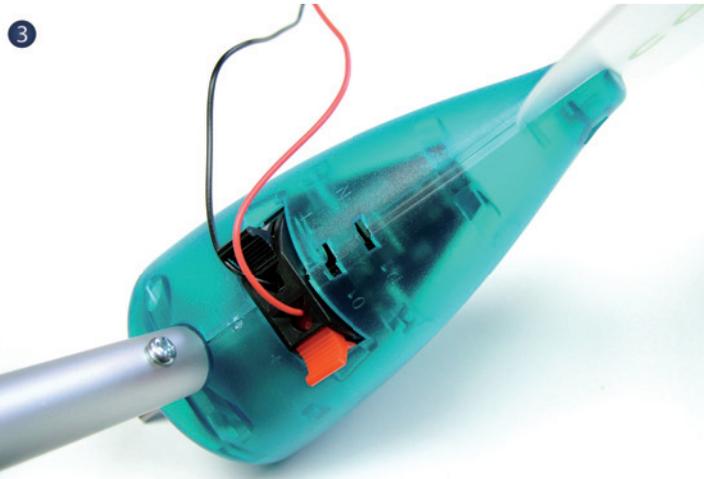
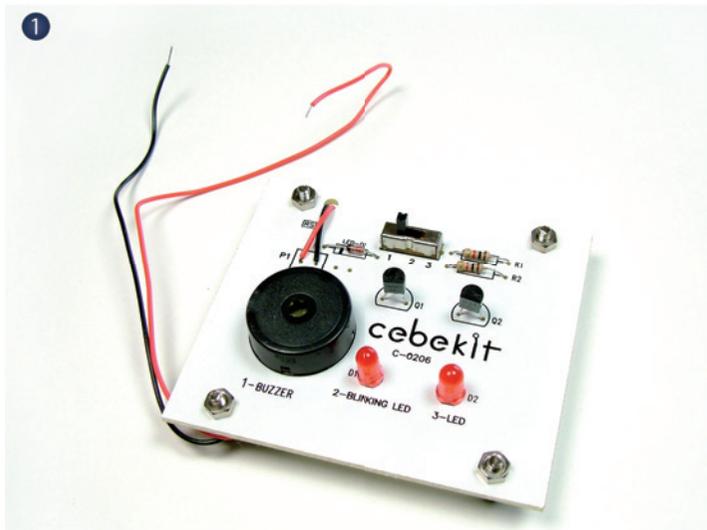
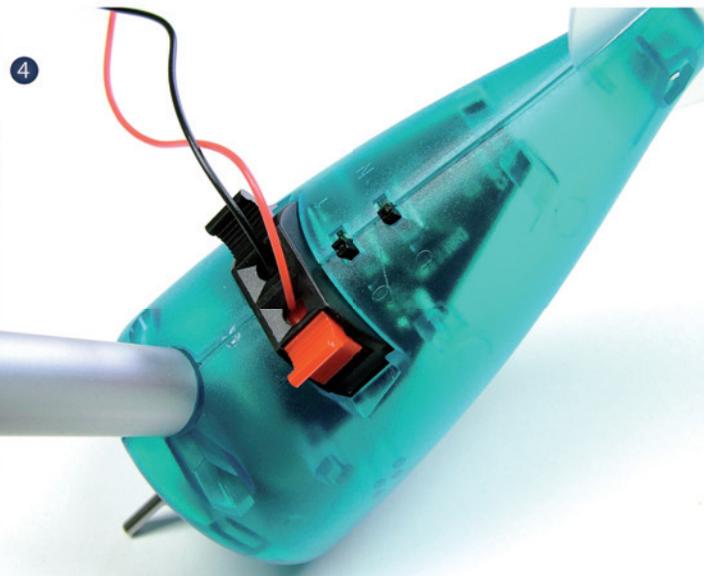
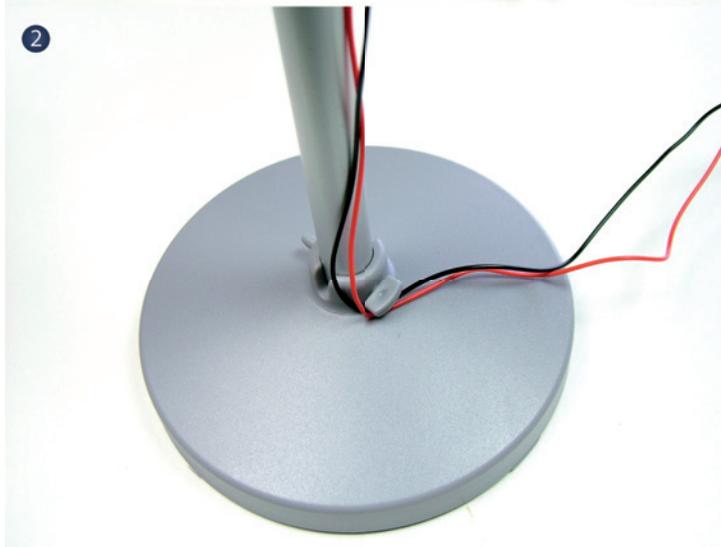


Foto 8



Paso 5. Módulo de ensayo del C-0200.

Paso 5.1. Módulo C-0206, incorporado con el kit.

Paso 5.2. Conducción desde el módulo hacia la góndola para evitar contacto con las palas.

Paso 5.3. Conexión eléctrica con los terminales del fuselaje.

Paso 5.4. Detalle del conmutador para selección de modo de funcionamiento del aerogenerador.

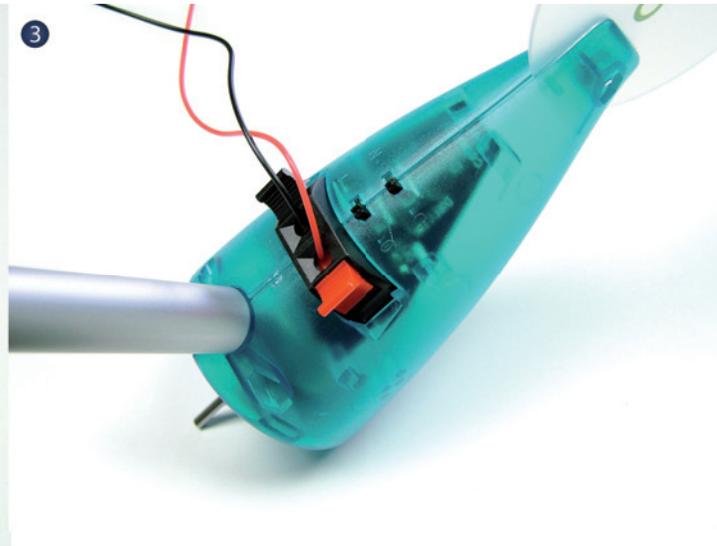
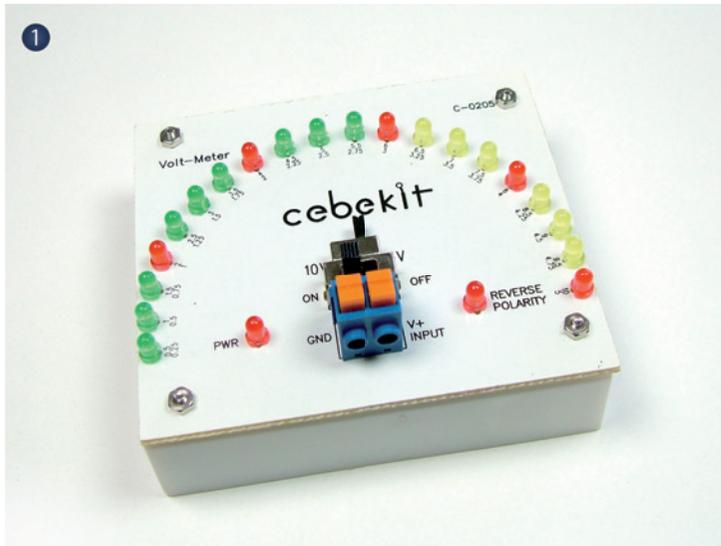
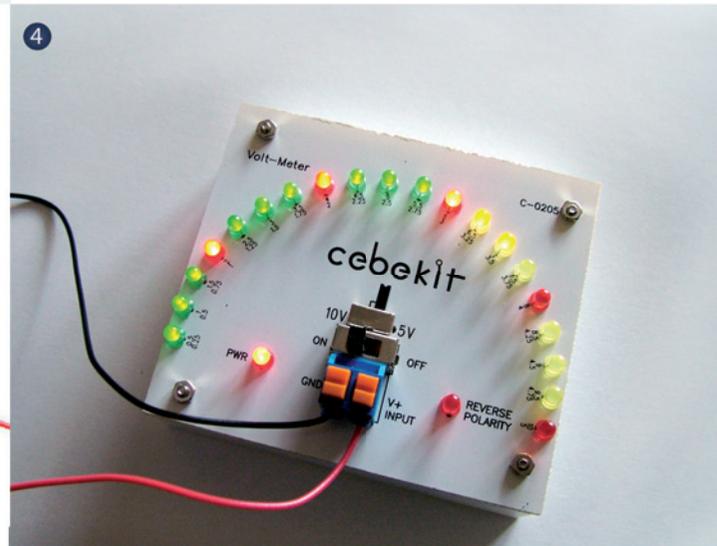
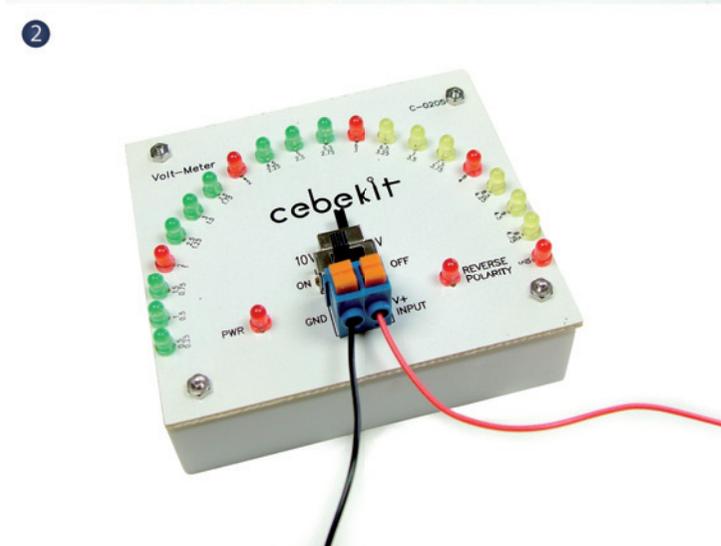


Foto 9



Paso 6. Monitorización con voltímetro C-0205.

Paso 6.1. Voltímetro Cebekit C-0205.

Paso 6.2. Conexión eléctrica desde los terminales del voltímetro.

Paso 6.3. Conexión eléctrica directa al fuselaje desde el voltímetro.

Paso 6.4. Iluminación del voltímetro en función del rendimiento del aerogenerador C-0200.

Aprender con el C-0200.

Una vez concluido el montaje, el mini-aerogenerador de Cebekit se hace especialmente útil cuando se prueba en condiciones de laboratorio. En primer lugar gracias al generador trifásico que emplea, consigue producir electricidad aun cuando se aplica una fuente artificial de viento como un ventilador.

Además de la ventaja de no depender del capricho oportuno del viento natural, aplicando el voltímetro a leds C-0205, se consigue una absoluta representación visual del rendimiento de un aerogenerador.

El aerogenerador dispone además de un conmutador para determinar la respuesta de funcionamiento en la producción eléctrica, pudiendo seleccionar entre: almacenamiento de tensión interna en el condensador de alta capacidad alojado en su interior, carga del condensador y después suministro directo, salida suministrada únicamente desde la carga almacenada en el condensador y por último salida directa desde el generador.

Tanto en la experimentación en laboratorio como en el exterior, la iluminación de la escala del voltímetro visualiza en todo momento la correspondencia entre fuerza eólica y producción eléctrica. Siguiendo la instalación con tres palas, con diferentes fuerzas de viento, o probando entre las diferentes configuraciones y modos de funcionamiento del C-0200, la inmersión en la comprensión de la energía eólica es total.

Conclusiones.

“Como funciona el viento” puede entenderse perfectamente a escala. El C-0200 de Cebekit lo permite. Con unas dimensiones aproximadas de 40 cm de altura y 20 cm de anchura y unas prestaciones y relación de precio destacables, reúne todos los requisitos para la experimentación y la producción de electricidad de bajo voltaje con el viento. Un completo aerogenerador pequeño, con una funcionalidad certera para el aprendizaje, visualmente atractivo y versátil.

Información adicional.

Página web del fabricante: www.cebekit.es

Portal sobre la energía eólica: http://wiki.windpower.org/index.php/Main_Page

