

TURBINA DE 9 PIES DE DIÁMETRO CON VELETA OSCILANTE

Este artículo es la traducción con permiso del original “9’ Diameter Brake Disc Windmill with Furling Tail” de la gente de [Otherpower](#)



A seguidas describimos nuestro último proyecto: Una turbina fabricada durante el mes de Mayo de este año.. Aunque algo más compleja que las anteriores incluye mejoras que no han sido incluidas en ninguno de nuestros proyectos asociados a turbinas fabricadas sobre discos de freno del pasado.



Con ésta pieza es la que generalmente comenzamos. Se trata de la armazón de la punta de eje delantera de un automóvil Volvo 240. Las piezas de Volvo son muy buenas. Por tratarse de automóviles de tracción trasera su tren delantero se consigue a un precio relativamente económico en los cementerios de automóviles. Los Volvo son automóviles relativamente pesados, de manera que sus rodamientos son grandes y sus discos de freno suelen ser más grandes que los de la mayoría de vehículos.



En la fotografía anterior mostramos las piezas importantes. La punta de eje y el tubo de apoyo constituyen la parte principal del chasis de la turbina. Las aspas se atornillarán al frente del disco del freno en lugar de la rueda del vehículo. El estator que se muestra más abajo reemplazará la plancha que cubría el disco del freno. Antes de proceder siempre revisamos el estado de los rodamientos, los limpiamos y reengrasamos. En ésta oportunidad observamos que el Volvo 740 tiene unos discos que son una pulgada más grandes (11 pulgadas) que se ajustaban a nuestra punta de eje, de manera que hicimos ese cambio.



Esta Turbina posee una veleta oscilante que hace que cuando ocurran vientos de muy alta velocidad tanto el alternador y sus aspas giren lateralmente evitando excesos de velocidad en la máquina. Para ello la veleta debe elevarse, de manera que su peso es el que determina cuándo debe oscilar. Vale decir que éste es el método de oscilación más popularmente empleado en las máquinas hechas en casa. La idea ha sido perfeccionada por el Sr. Hugh Pigott, de [Scoraig Wind Electric](http://www.scoraigwindelectric.com). Visite su sitio de Internet o <http://windstuffnow.com> para obtener mayores detalles sobre cómo opera éste sistema.

En este caso el centro del alternador se fija con una excentricidad aproximada de cuatro pulgadas respecto del centro del mástil de apoyo. Esto lo hicimos cortando el tubo de forro del chasis a una distancia desde la punta de eje de cuatro pulgadas y soldándolo al resto del tubo a un ángulo. La veleta pivotará sobre un tubo de una pulgada soldado al chasis a un ángulo de aproximadamente 20 grados del mástil.



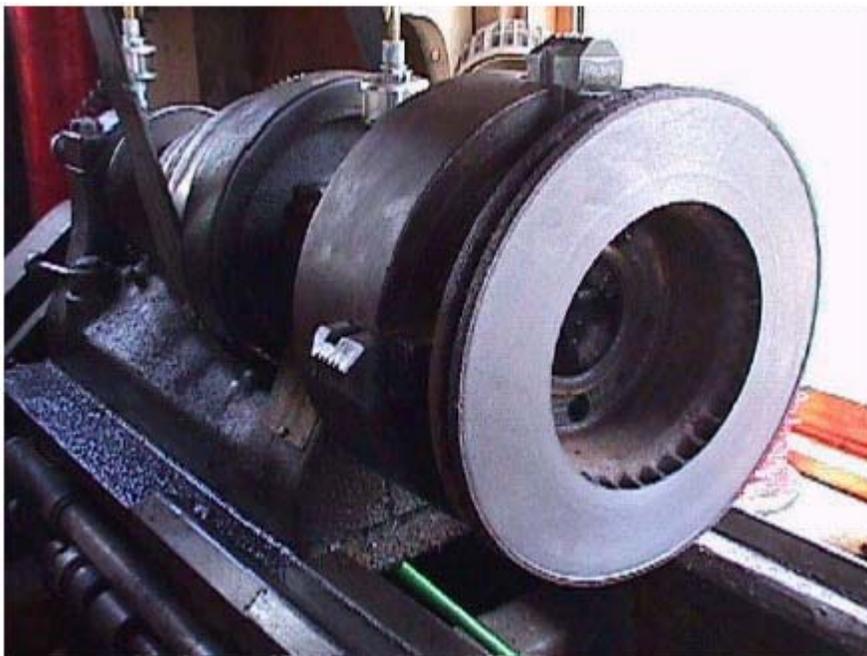
La fotografía anterior muestra el chasis en más detalle.



La fotografía anterior muestra la veleta. En la práctica ésta veleta resultó pequeña y muy liviana. El extremo que se fija a la turbina es un pequeño segmento de tubo algo mayor de una pulgada, que es el diámetro del pivote soldado al chasis del molino.



La foto anterior muestra el chasis con su veleta. La pintura empleada se basa en resina epóxica para evitar la oxidación de los elementos.



Aunque no es imprescindible, nosotros preferimos tallar una canal en la cara del disco de freno. Este canal debe ser de una profundidad de 1/16 de pulgada e impide que los imanes escapen de su sitio por causa de la fuerza centrífuga que se desarrolla en ellos al girar a

alta velocidad, además de proveernos de una superficie limpia y plana. Al momento de colocar los imanes es importante que esta superficie no contenga grasa ni esquirlas metálicas.



En la fotografía anterior se observan los imanes empleados. Los puede conseguir en [nuestra tienda](#) .



Los imanes se colocan sobre el disco del freno alternado sus polos. Primeramente los colocamos distanciados a ojo. Luego usamos cuñas delgadas (Barajas) hasta que queden perfectamente espaciados. En nuestro caso la distancia entre los imanes resultó ser $\frac{1}{2}$ pulgada (O exactamente 49 barajas).

La fuga de magnetismo (El magnetismo que va de imán a imán antes de pasar a través de las bobinas) debe ser considerable en estos imanes de una pulgada de espesor. Dejar más espacio entre ellos o incluso emplear imanes de menor espesor ($\frac{1}{2}$ pulgada, por ejemplo) debe reducir esa fuga.

Al quedar colocados los imanes pegamos cinta adhesiva de empalmar conductos alrededor de los diámetros interno y externo del disco de manera de crear una cavidad dentro de la cual vaciamos resina de poliéster para pegar y mantener la distancia entre los imanes. No tenemos una fotografía de éste paso.



La fotografía anterior muestra nuestra máquina de fabricar bobinas.



Nosotros probamos una multitud de formas y tamaños de bobinas. Después de las pruebas y por consejos recibidos nos decidimos por bobinas con forma de cuña. Las fabricamos de alambre 14 AWG. Cada bobina tiene 60 vueltas. Tienen $\frac{3}{8}$ de pulgada de espesor y su tamaño, aunque no lo medimos, es tal que tres imanes cubren el espacio de 4 imanes. A diferencia de nuestras máquinas anteriores que son de una fase, esta tiene tres. Este arreglo nos permite extraer mayor potencia del rotor y reduce la pérdida en las líneas de transmisión. El alternador tendrá una operación más estable pues vibrará menos. El circuito en tres fases exige nueve bobinas, tres de ellas unidas en serie que constituirán a su vez una fase.

La parte interna del fabricante ha sido encerada con creyones para que el sellador no se pegue a él. Al concluir el bobinado de cada bobina y quitar la tapa del fabricante le pusimos una cantidad de adherente a partir de cianocrilato el cual endurecimos con un acelerador. Esto hace que las bobinas no se nos desarmen al retirarlas del fabricante.



La fotografía anterior muestra el rotor y las bobinas.



La fotografía anterior muestra un molde que fabricamos de madera marina. El círculo tiene un perímetro de 14 pulgadas y fue dividido en nueve partes de manera de poder colocar las bobinas en sus sitios exactos. La tapa del molde es su corte interno. Tiene un espesor de media pulgada. Nosotros enceramos el molde a fin de

impedir que la resina se pegara a él. Una vez que hayamos colocado las bobinas y hayamos vaciado resina sobre ellas, taparemos y prensaremos el molde permitiendo que los extremos de las bobinas sobresalgan para permitir su cableado.



Nosotros cortamos dos discos de tela de fibra de vidrio de 12 pulgadas de diámetro y colocamos una en el fondo del molde. Luego añadimos una delgada capa de resina y luego cada bobina en su lugar predeterminado y de la forma correcta. Dicho de otro modo: cuando la bobina es retirada del formador tiene dos lados: superior e inferior. Es cuestión de colocarlas de manera que sus puntas de entrada y salida estén colocadas iguales en todas para todas las bobinas. Aunque esta previsión no es absolutamente necesaria, facilita hacer los circuitos de cada serie de bobinas. Luego de colocadas las bobinas llenamos el molde con más resina a la que añadimos talco. El talco hace que la resina rinda más y la hace algo más robusta. Luego de llenar el molde colocamos el segundo trozo de tela de vidrio con algo más de resina sin talco.

La razón por la que se aprecian bobinas rojas y verdes es que se me terminó el alambre de uno de los colores. La pintura verde tolera temperaturas de hasta 400

grados Fahrenheit mientras que la roja tolera temperaturas algo menores. Pero ambas sirven.



Luego de dos horas de fraguado aquí tenemos nuestro estator.

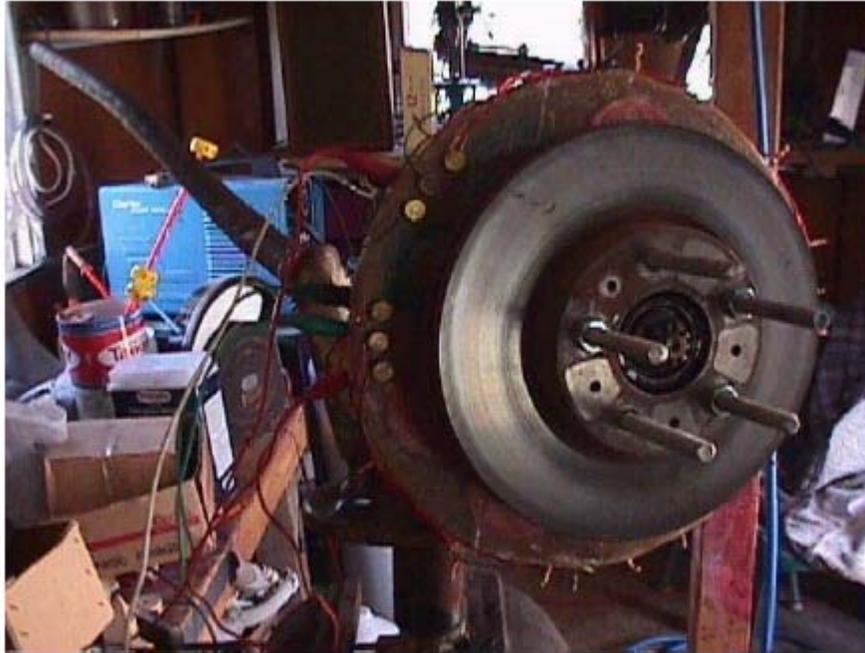


En la fotografía anterior se puede ver que el estator tiene los mismos agujeros que la placa trasera de la punta de eje. El agujero central es algo más grande de

manera de asegurarnos que la punta de eje cabrá. El molde pudo modificarse con su agujero central de antemano, pero la cantidad de resina desperdiciada es pequeña y el material no es difícil de cortar con una sierra. En nuestras otras máquinas se recordará que el estator está construido con las laminillas dentro de él. El problema de este arreglo es que las laminillas son arrancada de su sitio por los imanes. Si usamos laminillas en ésta oportunidad bastará con colocarlas sobre el estator y los imanes las atraerán y fijarán a su lugar. Pero es posible que no las usemos.



En esta fotografía el estator está montado a la máquina. También hemos montado el soporte de la rueda. Los pernos ahora son más largos y de barra roscada. Los pernos originales se retiran fácilmente con un martillo. La barra se fija con tuerca y contratuerca. Con otra tuerca se ajusta la distancia a que queremos que nos quede el rotor del estator. (Aproximadamente 1/8 de pulgada).



En ésta fotografía puede apreciarse que toda la máquina comienza a tomar forma. Ya podremos cablearla y probarla. Como terminales de los cables han empleado seis tornillos de cobre. Nos proponemos cablear el alternador en delta.



Aquí podemos ver las laminillas “pegadas” en su sitio al estator aprovechando la atracción de los imanes. Esto nos permitirá retirar el estator sin problemas más

adelante. Por supuesto que la distancia de los imanes a las laminillas es grande, pero los imanes son lo suficientemente fuertes para alcanzarlos. Si las laminillas estuvieran vaciadas al estator esa distancia sería menor pero retirar el estator sería muy difícil y probablemente se rompería.

Las laminillas son de acero de silicio y las conseguimos con Ed en windstuffnow.com. En su sitio web hay bastante material de ayuda en la construcción de turbinas de viento.



Es posible que este paso no sea necesario. Nosotros pegamos las laminillas a un disco de madera para hacer su manejo más sencillo y evitar la corrosión.



Nuestra máquina casi lista. Sólo de faltan las aspas. Hemos invertido 20 horas de trabajo en ella excepto por el tiempo que tardaremos en limpiar todo nuevamente.



Las aspas están hechas de madera de 20 centímetros de ancho por 37 mm de espesor. Cada una mide 1 ½ metros de largo. Observe que hicimos una plantilla con la primera para cortar las demás.



Estas son aspas sencillas. En sus puntas tiene una caída de aproximadamente 4 grados y 6 grados al centro. A partir de allí el ángulo de hace mayor hasta tomar el espesor de la madera. El perfil sólo luce como una ala y su mayor espesor está a aproximadamente a $\frac{1}{3}$ de la distancia total entre el filo de ataque y el de seguimiento. Es posible que un aspa bien diseñada funcione mejor. Hugh Pigott tiene explicaciones en su sitio, [presione aquí](#). Ed, en windstuffnow.com, tiene hasta un programa de computador para calcular un aspa en todo detalle.

Nosotros hemos visto máquinas de viento con aspas sencillas que operan muy bien. Esta es la razón por la que no me procuro complicaciones adicionales.



Lo primero que hacemos es hacer un corte vertical en el sitio donde el ángulo es mayor. Así no corremos el riesgo de dañar la superficie del aspa en ningún sitio ni especialmente en el área de la base del aspa.



Después de asistir al seminario de Hugh esta primavera, la cuchilla se ha transformado en nuestra herramienta favorita. Es rápida, segura y no

necesitamos formones. El acabado lo logramos con una lijadora de correa.



En la fotografía anterior aparece la parte superior del aspa terminada.



Esta fotografía muestra la forma de ala del extremo del aspa.



En ésta fotografía podemos ver las puntas del aspa ya redondeadas. Hubimos de recortarlas, pues el aspa era algo lenta por su longitud.



Las aspas se fijan a su sitio entre dos discos de madera y una buena cantidad de tornillos. Normalmente hemos usado además pegamento. Esta vez preferimos no

usarlo para anticipar el cambio o reparación de una aspa.



La fotografía de arriba nos muestra el alternador listo para probarlo montado en el parachoques delantero de nuestra camioneta. Para hacer las pruebas usamos una batería, algunos rectificadores y medidores. Las pruebas nos ayudan a verificar la oscilación de la veleta. Al principio la veleta resultó ser muy liviana, ya que se ponía al viento y oscilaba a aproximadamente 25 KPH. A la mañana siguiente hicimos otra de más longitud y mayor peso. Ahora tiene aproximadamente 12 pies de largo y tiene cuatro pies cuadrados de área. Trabaja bastante bien, aunque podría ser más grande. Nosotros la dejaremos así ya que nuestra torre no es muy robusta y queremos que la veleta oscile con ráfagas de viento reducidas.

Esta máquina representa una gran mejora sobre nuestras anteriores. Gira con muy poco viento y la menor brisa la hace girar a la velocidad de carga rápida y silenciosamente. Nuestras otras máquinas comenzaban a girar con vientos de 18 KPH. Las razones de las mejoras son las laminillas, la rueda de tres aspas y el salto de aire. (Las laminillas no están a corta distancia de los imanes). Está girando constantemente y produce uno o dos amperios con brisas de 10 KPH. A 18 KPH carga 12 voltios a 8 – 10

amperios. A 27 KPH genera 15 amperios y a 36 KPH genera 30 y comienza a oscilar. A 36 KPH ya está a mitad del recorrido de oscilación y genera alrededor de 45 amperios. Pensamos que éste generador será mejor que otros que hemos fabricado con alternadores más potentes.

En una prueba que hicimos añadiéndole pesas a la veleta, aunque oscilaba ligeramente escapando al viento generaba 60 amperios a 54 KPH. Hacer la veleta más pesada hará que genere más, pero le añadirá tensión a la torre. Por otra parte, pensamos que las ráfagas de viento en nuestra localidad no pasarán de 36 KPH y es de esas ráfagas de donde tomaremos la electricidad que requerimos.



La fotografía anterior muestra el generador durante las pruebas.



La fotografía anterior muestra como amarramos el generador para regresar a casa al final de las pruebas. Observe que la cola se eleva al oscilar, creando una especie de acto de balanceo entre su peso y las ráfagas de viento para apartar todo el sistema de las ráfagas violentas.



Así es como nuestro nuevo generador luce colocado en su torre. Comienza a generar corriente con vientos de 7 KPH y por tratarse de una unidad de tres fases observamos menores pérdidas en las líneas de transmisión. De fabricar uno nuevo haríamos la veleta algo más grande y las aspas algo menores, aunque a éste lo dejaremos como está. Pronto fabricaremos otro.