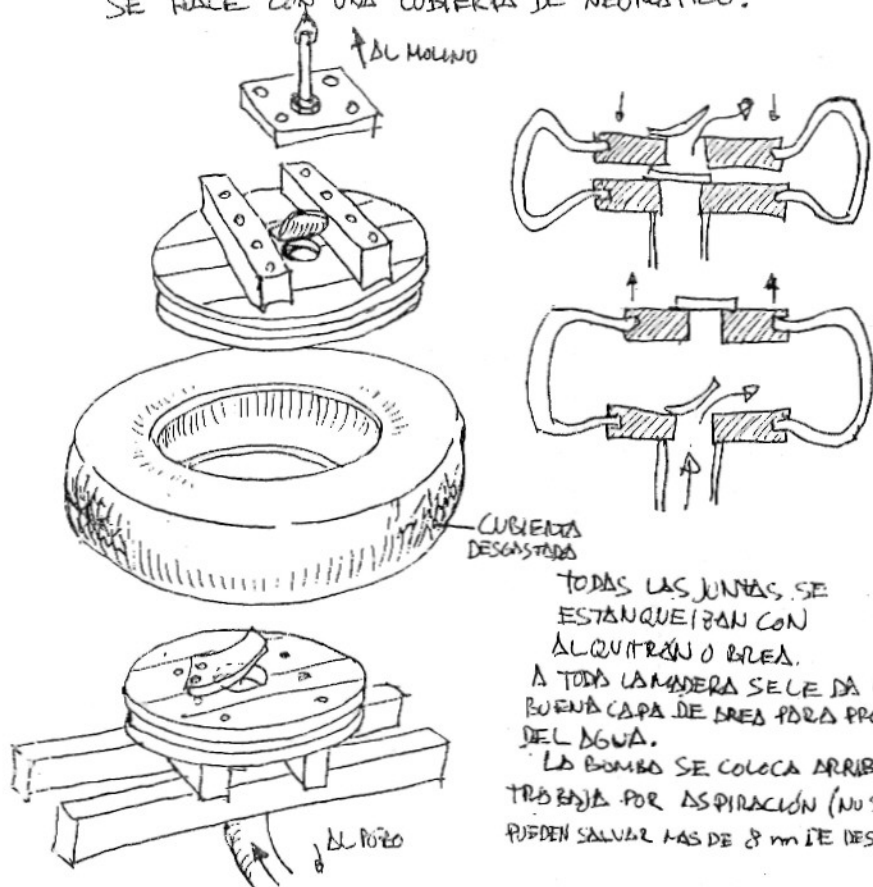


EXISTE OTRO TIPO DE BOMBAS DE "MEMBRANA" QUE ES APROPIADA PARA GRANDES CAUDALES (5-15 LITROS POR "EMBUSSADA") SE HACE CON UNA COBERTA DE NEUMÁTICO.



TODAS LAS JUNTAS SE ESTANQUEAN CON ALQUITRÓN O BREA. A TODA LA CÁMERA SE LE DA UNA BUENA CAPA DE BREA PARA PROTEGERLA DEL AGUA. EL BOMBO SE COLOCA ARRIBA Y TRABAJA POR ASPIRACIÓN (NO SE PUEDEN SALVAR MÁS DE 8 m DE DESNIVEL)

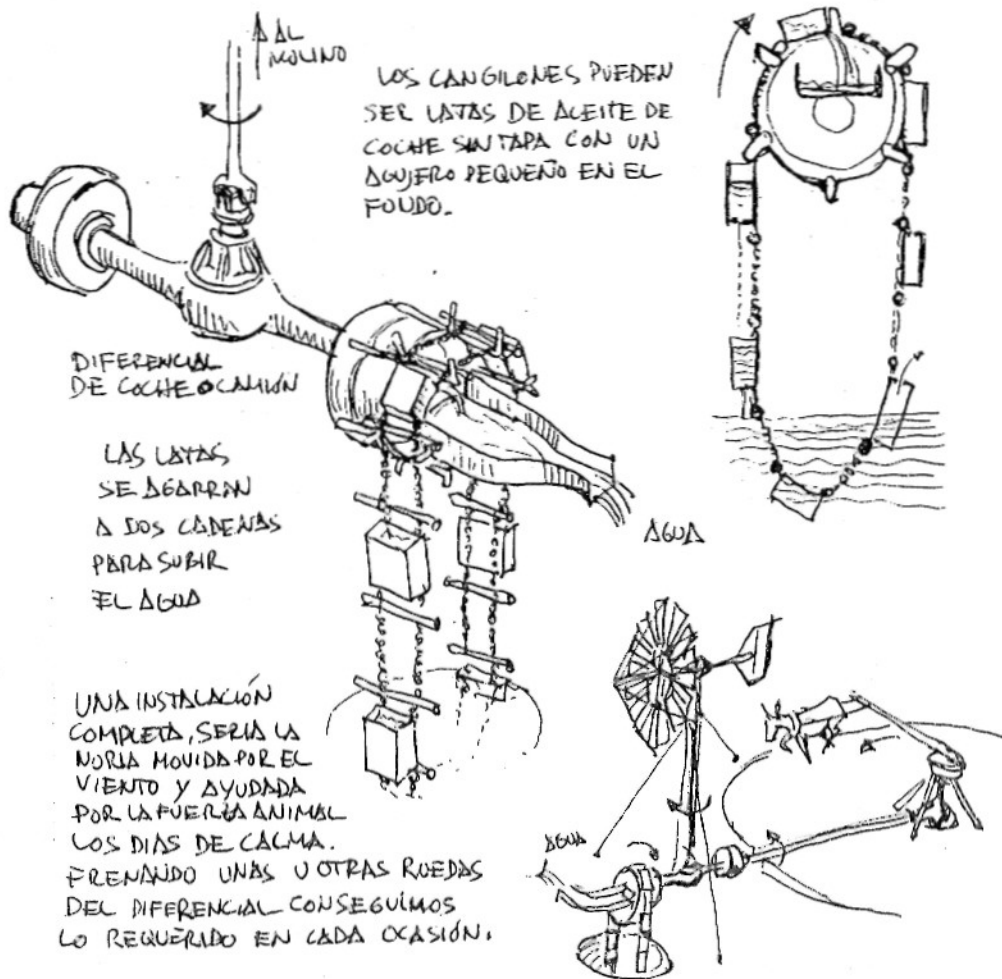
SIEMPRE QUE SE TIENE UN MOLINO DE VIENTO PARA BOMBEAR ES NECESARIO UN DEPÓSITO DONDE ALMACENAR (Y CALENTAR CON EL SOL) EL AGUA BOMBADA PARA REGAR LOS DÍAS DE CALMA

SI DISPONES DE UN REGATO DE AGUA QUE NO FALLE EN TODO EL AÑO DEL CUAL QUIERES BOMBEAR EL AGUA, ES MÁS APTO EMPLEAR EN VEZ DE UN MOLINO DE VIENTO, UNA RUEDA HIDRÁULICA O UN ARIETE HIDRÁULICO. UN ARIETE, CON SÓLO DOS PIEZAS MÓVILES (VALVULAS) TE SUERTE CIENTOS DE LITROS DÍA Y NOCHE. PUEDES ENCONTRAR DISEÑOS DE ARIETES Y RUEDAS HIDRÁULICAS EN EL LIBRO "COMO USAR LAS FUENTES DE ENERGÍA NATURAL"

HAY UNA BOMBA CONTINUA QUE ES LA NORIA DE CANGILONES.
ES LA QUE SE HA USADO TRADICIONALMENTE EN EL BOMBEO
CON ANIMALES DE TRACCIÓN (MULAS, CABALLOS, ...)

SIRVE PARA CAUDALES IMPORTANTES (ABASTECIMIENTO DE RIEGO
PARA VARIAS HUERTAS) PERO NO ES ADECUADA PARA GRANDES DESNIVELES
POR LO APARATOSA QUE RESULTA

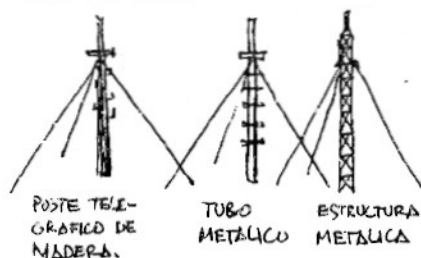
PARA ACCIONARLA SE NECESITA MOVIMIENTO ROTATIVO CONTINUO
QUE PODEMOS OBTENER DE UN MOLINO TIPO "AEROMOTOR POTENTE"
PERO CON HELICE TIPO "TRADICIONAL" O "CRETENSE" PARA
DISPONER DEL GRAN PAR DE ARRANQUE QUE SE NECESITA.



TORRES PARA MOLINOS

EXISTEN DOS TIPOS FUNDAMENTALES. LAS QUE LLAMAN TENSORIAS Y LAS AUTOPORTANTES. LAS PRIMERAS SON MUY FÁCILES DE HACER E INSTALAR, PERO EN CASO DE ROTURA DE UN TENSOR, CAE AL SUELO CON FUNESTAS CONSECUENCIAS, LAS AUTOPORTANTES SON MÁS COMPLICADAS Y CÉRRAS, PERO NO TIENEN CASI RIESGO DE CAIDA

CON TENSORES

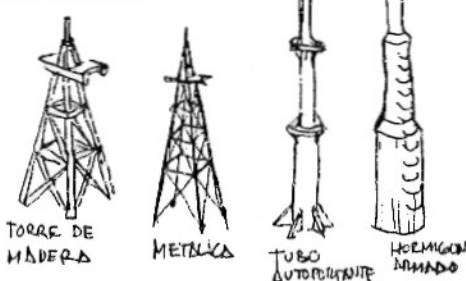


POSTE TELEGRÁFICO DE MADERA.

TUBO METÁLICO

ESTRUCTURA METÁLICA

AUTOPORTANTES



TORRE DE MADERA

METÁLICA

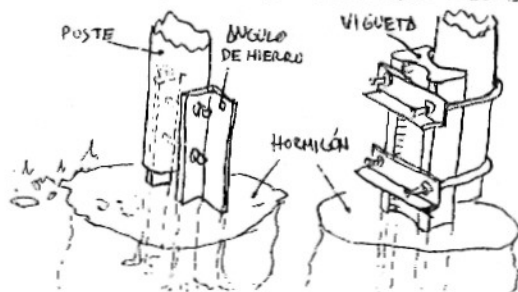
TUBO AUTOPORTANTE

HORMIGÓN ARMADO

TODOS LOS DISEÑOS DE ESTE CUADERNO ESTÁN HECHOS PARA EL TIPO DE POSTE TELEGRÁFICO. ES EL TIPO MÁS ASESQUIBLE, SENCILLO Y FÁCIL DE MONTAR, SIRVE PARA MOLINOS DE HASTA $4\text{m}\phi$ SIENDO EL MADERO DE UNOS $15\text{-}20\text{cm}\phi$. HAY MUCHOS POSTES TIRADOS O ABANDONADOS EN BUEN ESTADO, HAY QUE ELEGIR EL MÁS ALTO Y FUERTE. LAS COMPANÍAS TELEFÓNICAS Y ELÉCTRICAS SUELEN CAMBIARLOS Y TIENEN POSTES DE DESECHO, SI NO LO PUDIERAS ENCONTRAR POR ESTOS MEDIOS, VENDEN POSTES NUEVOS (ENTERATE DÓNDE CON LA COMPANÍA TELEFÓNICA) NO MUY CAROS. ASEGURATE DE QUE ESTÁ TANALIZADO Y NO CREOSOTADO PUES SI NO TE PRINGARÁS CADA VEZ QUE SUBAS AL POSTE.

DE TODAS FORMAS, SI TIENES LA POSIBILIDAD DE AGENCIAR UNA TORRE METÁLICA BARATA, ADAPTALE EL MOLINO DE LA MANERA MÁS SEGURA.

LA FIJACIÓN AL SUELO SE HACE DE FORMA QUE EL POSTE NO ESTE EN CONTACTO CON LA TIERRA PUES SE PODRIRÍA



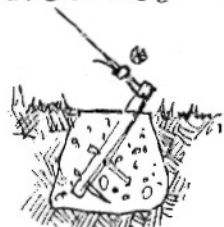
POSTE

ÁNGULO DE HIERRO

VIGUETA

HORMIGÓN

LOS CABLES SE SUJETAN EN ÁNGULOS DE HIERRO EMPOTRADOS EN HORMIGÓN



PARA MOLINOS DE $3\text{m}\phi + 0.3\text{m}^3$ DE HORMIGÓN. PARA LOS DE $5\text{m}\phi + 1\text{m}^3$ DE HORMIGÓN EN CADA POSTE

LOS CABLES PUEDEN SER DE SIRGA ACERDE. AUNQUE ES PREFERIBLE QUE SEAN DE ALUMINIO GALVANIZADO POR SU RESISTENCIA AL ÓXIDO (Y SER MAS BARATOS). SE DEBEN INSTALAR DE FORMA QUE LA INCLINACIÓN SEA DE 45° O MENOR PARA QUE TRABAJEN LO MAS HORIZONTALMENTE POSIBLE.

SI EN ALGO NO HAY QUE ESCATIMAR ES EN LOS CABLES QUE SUJETAN EL POSTE. DEBEN RESISTIR LOS MAS HURACANADOS VENDIBLES SIN ROMPERSE. NUNCA PONER CABLE DE MENOS DE 6 mm ϕ .

LO NORMAL ES PONER 3 CABLES. PARA QUE AUNQUE SE ROMPA UNO NO CAIGA LA TORRE, HABRÁ QUE PONER 6 CABLES (EN TEORIA HASTA CON 5)

LOS CABLES SE SUJETAN AL POSTE AGARRÁNDOLOS A UNA BRAZA DE LA

LOS TENSORES SE COLOCAN ARRIBA PARA EVITAR "GRACIAS" DE ALGUN DESAPRENSIVO QUE LO SUELTE



TODOS LOS CABLES SE SUJETAN CON SUJETACABLES



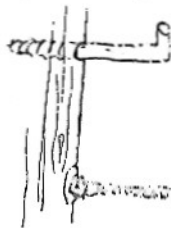
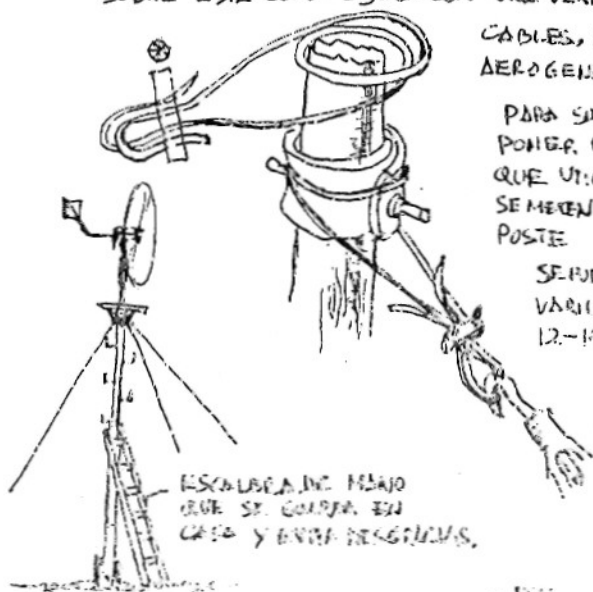
SUJETACABLES (2)

OTRO METODO ES BRAZAR EL POSTE CON UNA GOMA RECIA QUE EVITE LA TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES SOBRE ESTA GOMA SUJETA CON UNA VÁRILA LOCANA DE 10mm ϕ SE PONEN LOS

CABLES, ESTE METODO ES MUY BUENO PARA LOS AEROGENERADORES.

PARA SUBIR POR EL POSTE, HAY QUE PONER PELDAJOS. SON MUY BUENOS LOS QUE UTILIZA LA TELEFONICA SE MEXENA ROSCA EN EL POSTE

SE PUEDEN HACER CON VÁRILA LOCANA DE 12-14 mm ϕ

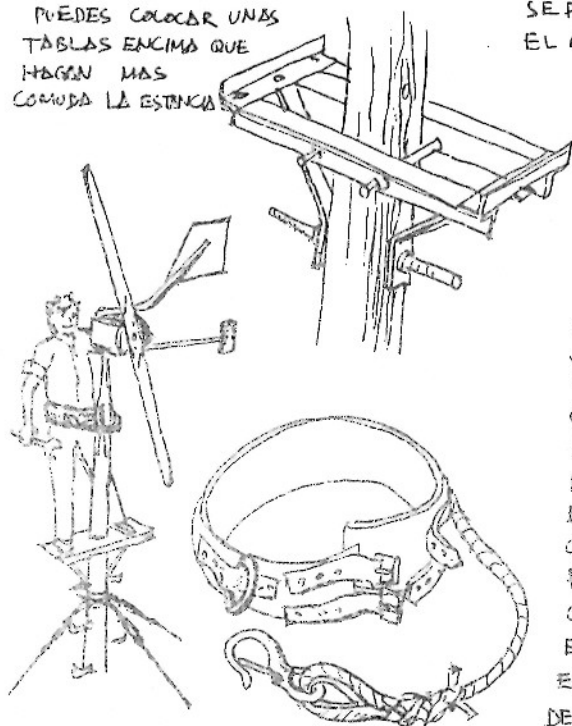


DE TODOS MODO SI EL POSTE ESTÁ EN EL CAMPO, NO CONVIENE COLOCAR PELDAJOS HASTA EL SUELO PARA EVITAR QUE SUBAN NIÑOS O CABALLOS. (CON GRAN PELIGRO)

PARA ESTAR "COMODO" UNA VEZ QUE SE SUBE AL POSTE, CONVIENE TENER UNA PEQUEÑA PLATAFORMA SOBRE LA CUAL APOYAR BIEN LOS PIES

PUÉDES COLOCAR UNAS TABLAS ENCIMA QUE HAGAN MAS COMODA LA ESTANCA

SE PUEDE HACER EN MADERA CON EL MISMO TIPO DE ESTRUCTURA



ES MUY IMPORTANTE UNA VEZ QUE SE ESTE SOBRE LA PLATAFORMA, AGARRARSE AL POSTE CON UN CINTURON DE SEGURIDAD NOS PERMITIRÁ TRABAJAR CON MUCHA MAS COMODIDAD (CON 2 MANOS) Y CONFIANZA EN ESAS ALTURAS.

CONSTA DE UN ANCHO CINTURON DE CUERO Y UNA CUERDA MUY RECIO QUE ACABA EN UN FUERTE MOSQUETON QUE SE CIERRA EN UNA ANILLA. PODRAS ENCONTRARLO EN LOS GUARNICIONEROS O MIRANDO EN LAS PAGINAS AMARILLAS EN "APARATOS Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION"

UNA VEZ MONTADA LA PLATAFORMA LOS DELDANOS, Y EL SOPORTE DEL MOLINO PODEMOS DISPONERNOS A SUBIR EL POSTE A SU POSICION VERTICAL. EN UN DIA SIN VIENTO, ES UNA LABOR GRATIFICANTE QUE SE DEBE HACER CON CUIDADO ENTRE VARIAS PERSONAS.

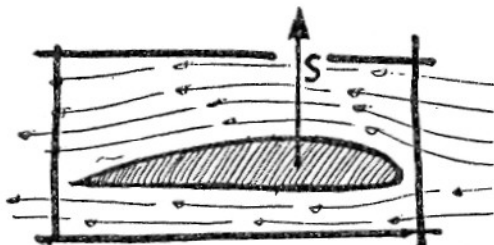


DESPUES DE TENERLO VERTICAL CON CUERDAS, SE SUBEN LOS CABLES AL SUELO (QUE DEBEN ESTAR PREVIAMENTE ATADOS AL POSTE)

PALAS AERODINAMICAS

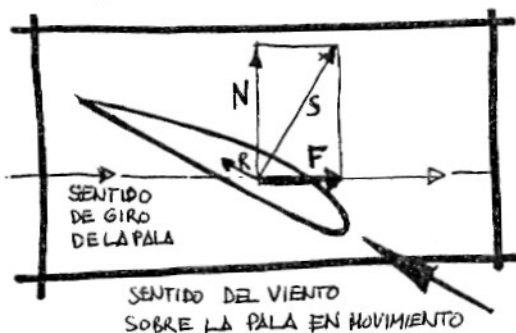
Fundamento teórico:

Su funcionamiento está basado en el mismo principio que permite el vuelo de un pájaro o un avión: la sustentación. El perfil aerodinámico de la pala es planoconvexo. Por ello, el aire, al pasar por la pala, lleva más velocidad (mayor recorrido), en la parte convexa, ejerciendo



sobre esta cara, una presión menor que en la cara plana (efecto Venturi). La diferencia de presiones, actuando sobre la superficie de la pala, da lugar a una fuerza neta de sustentación S .

La fuerza S , puede descomponerse en una fuerza perpendicular al movimiento de la pala N (que no afecta a este movimiento), y otra fuerza F , que hace que la pala gire. Además, existe una pequeña fuerza R , debida al rozamiento de la pala con el aire.

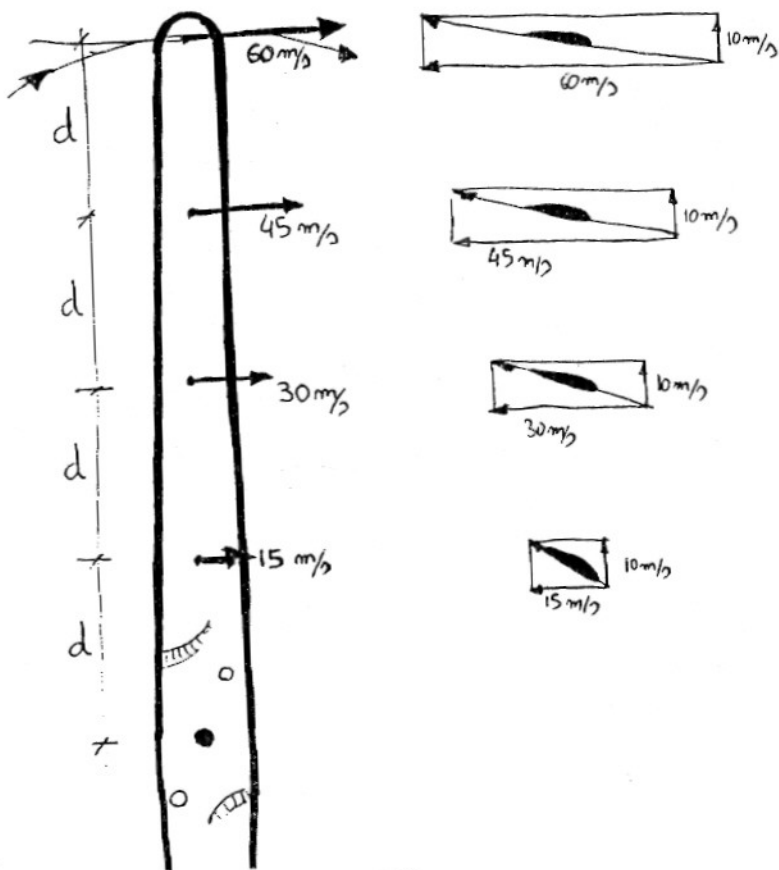


El viento que llega a la pala, tiene en todos sus puntos la misma velocidad (en este ejemplo 10 m/s), pero la velocidad lineal de cada punto de la pala, es tanto mayor cuanto más lejos está del centro.

Por esto se explica, que la inclinación del perfil de la pala, disminuya al alejarnos del centro: aproximadamente, de forma inversamente proporcional al radio.

Para que la pala rinda al máximo en todos sus puntos, es necesario que el ángulo de ataque sea lo más parecido posible a la dirección real de la velocidad en ese punto. Esta velocidad es la resultante de componer la velocidad del viento (constante para toda la pala, en este ejemplo 10 m/s) y la velocidad lineal de cada punto de la pala, que varía proporcionalmente al radio.

Si la inclinación del perfil de la pala es constante, unas partes de la pala trabajan contra otras, desaprovechando parte de la energía del viento.

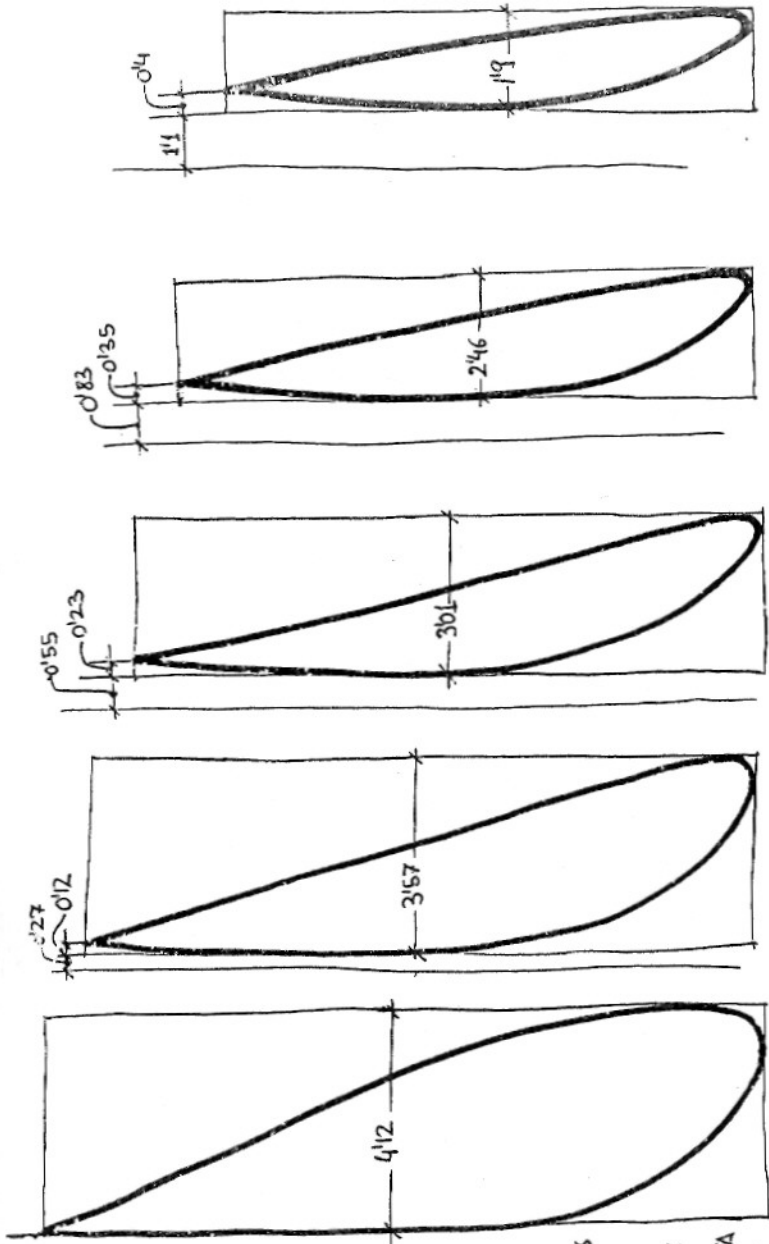


ESARROLLO DE LA PALA DE UN AERODINERADOR DE 3m Ø

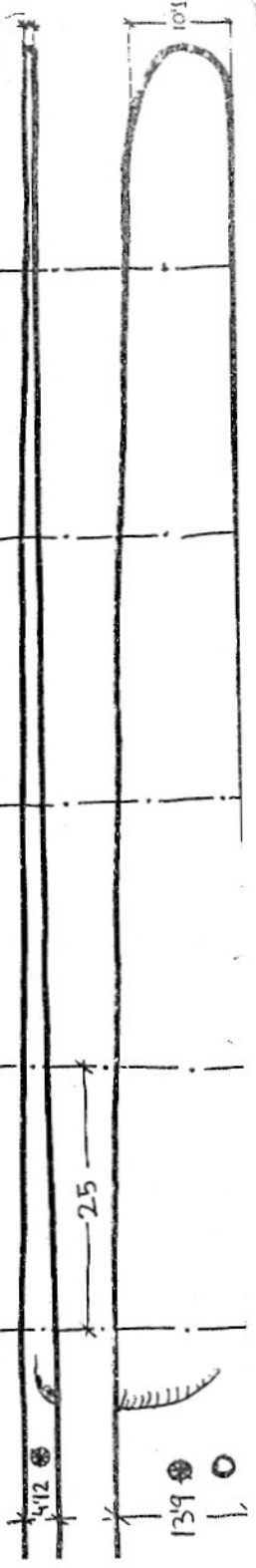
COTAS EN CM

ESTE DESARROLLO SIRVE PARA CONOCER EL ANCHURAS Y GROSOR MÁXIMOS. PARA UNA PALA DE 1.50 Ø DIVIDIREMOS TODAS LAS COTAS POR DOS. ESTA PALA TIENE UNA RAZÓN DE VELOCIDAD PUNTA DE 50 MAYOR

Por ejemplo: PARA UNA PALA DE 1.50 Ø DIVIDIREMOS TODAS LAS COTAS POR DOS. ESTA PALA TIENE UNA RAZÓN DE VELOCIDAD PUNTA DE 50 MAYOR



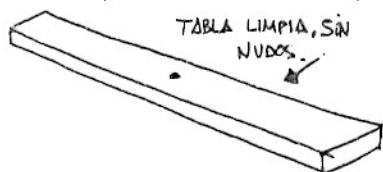
⊗ ANCHURA Y GROSOR MÁXIMOS.



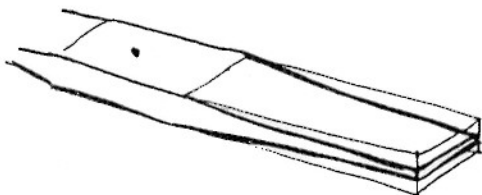
CONSTRUCCION PRACTICA DE UNA PALA

PARTIMOS DE UNA TABLA DE LA LARGURA NECESARIA DE ALGUNA MADERA RESISTENTE COMO PUEDE SER FRESNO, CEDRO, PINO TEA, NOGAL...

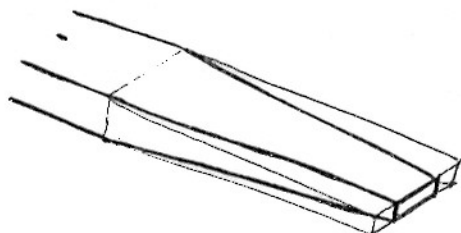
PRIMERO SE DESBASTA HASTA DEJARLA A LA MEDIDA REQUERIDA DE ANCHURA MAXIMA Y GRASOR MAXIMO (VER EN EL DESARROLLO)



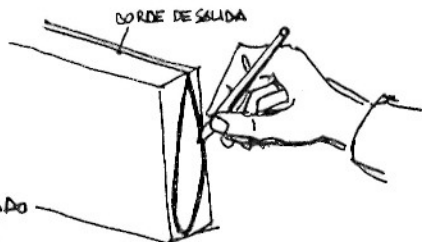
SE MARCA EL CENTRO Y LOS PEDAZOS QUE HAY QUE REBAJAR A CEPILLO



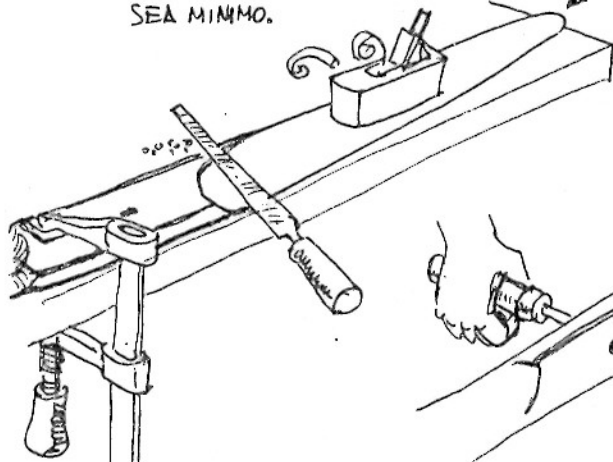
UNA VEZ REALIZADA ESTA OPERACION SE REBAJAN LOS CANTOS A LAS MEDIDAS QUE MANDA EL DESARROLLO



EN LA TESTA SE DIBUJA EL PERFIL AERODINAMICO TENIENDO EN CUENTA EL SENTIDO DE GIRO Y EN EL CANTO, EL BORDE DE SALIDA SEGUN COTAS DEL DESARROLLO.



AHORA QUEDA UN BUEN TRABAJO DE CEPILLO Y RASPA HASTA DEJAR TODO DESBASTADO TENIENDO ESPECIAL CUIDADO EN LOS BORTES DE ATAQUE, SALIDA Y PUNTA PARA QUE EL ROZAMIENTO AERODINAMICO SEA MINIMO.



UNA VEZ DADA LA FORMA VIENE EL EQUILIBRADO, SE HACE UN AGUJERO CENTRAL, SE METER UN PUNZÓN O ALGO SEMEJANTE EN ÉL Y SE VE A QUE LADO SE INCLINA. SE REBAJA DONDE MAS CONVIENGA

HASTA QUE QUEDA BIEN HORIZONTAL.

UN BUEN LIJADO Y POSTERIOR BARNIZADO (PRIMERA MANO RE-ENUNDA CON AGUARRÁS AL 70%, SEGUNDA AL 40% Y DOS MAS SIN REBAJAR) Y LA PALA ESTA LISTA.

GENERADORES

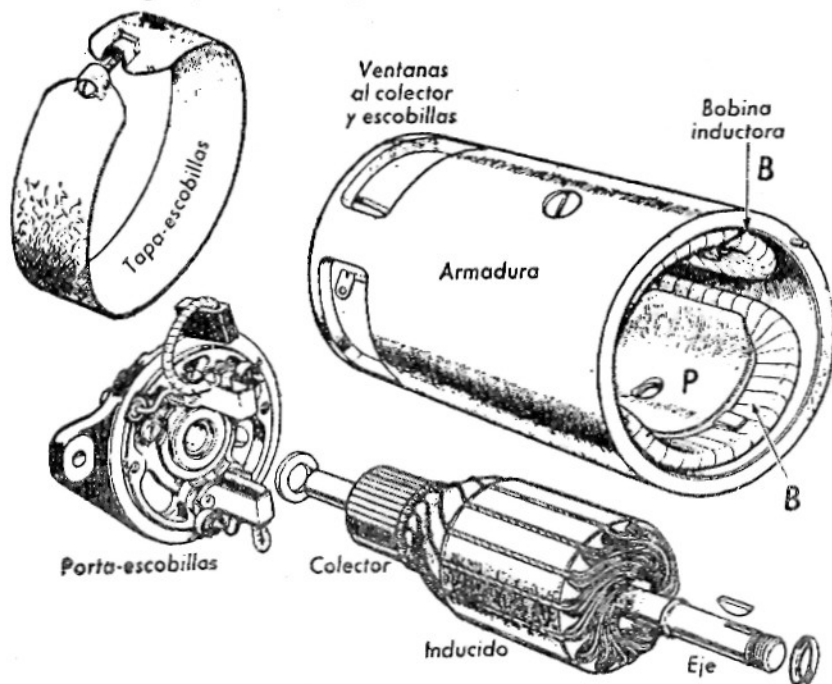
dinamos y alternadores

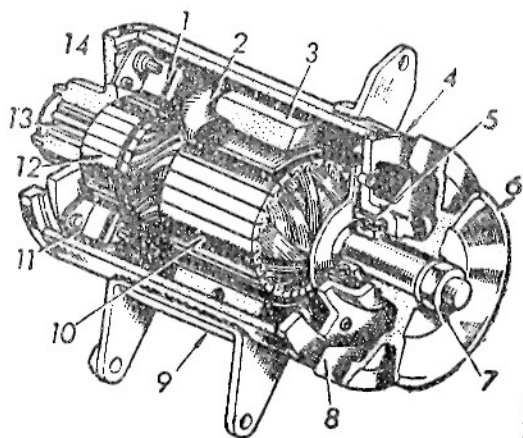
La dinamo o alternador, es una de las partes más importantes de un aerogenerador, ya que su misión es transformar la energía de rotación en energía eléctrica. Ambos tipos de generadores, se fundamentan en el movimiento relativo de una bobina y un campo magnético de forma que se produce corriente eléctrica.

La dinamo

Está formada por tres partes fundamentales: la que gira llamada rotor o inducido, la que no gira, llamada estátor o bobinas inductoras, y el colector.

En la dinamo, se produce corriente eléctrica en el inducido, por giro del mismo dentro del campo magnético creado por el estátor. Esta corriente sale del inducido mediante unas escobillas que frotan sobre piezas de cobre aisladas eléctricamente entre sí (delgas) a las que van unidas las bobinas del inducido. El conjunto de delgas y escobillas, se llama colector.





Dinamo cortada.

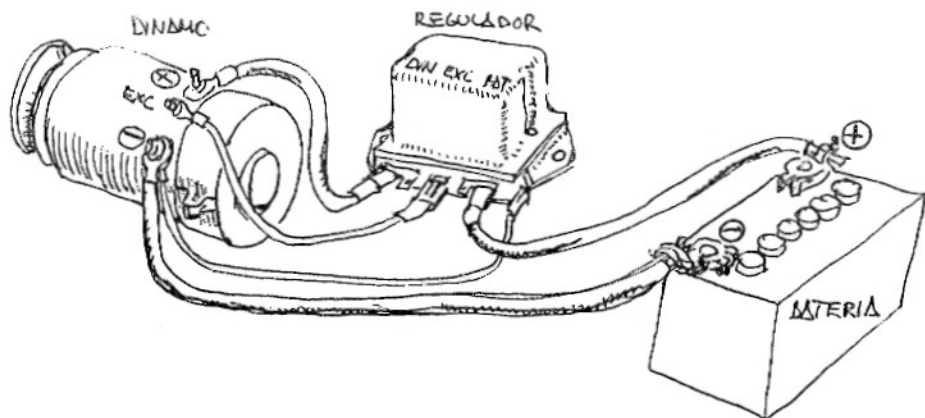
4. y 11. escobillas.
2. bobina inductora que rodea al polo 3.
4. tapa con orificios para la ventilación.
5. cojinetes de bolas en el lado de la polea.
6. polea para la correa de arrastre, que gira al eje 7.
8. paletas en la polea que aspiran, por los orificios de 4, el aire que entra por el lado opuesto 14.
9. soporte de la dinamo.
10. inducido.
12. colector sobre el que frotan las escobillas 4 y 11.
13. cojinete liso en el extremo opuesto a la polea 6.
14. tapa posterior. Si no tiene orificios para la entrada de aire estarán en el arco tapa-escobillas.

Las dinamos tienen tres bornes: positivo (+), negativo o masa (-) y excitación (Ex). La corriente generada sale entre los bornes positivo y negativo, y el borne de excitación, va unido al principio de las bobinas inductoras del estátor. La corriente, pasa por ellas, y sale por un hilo que generalmente va unido a masa (aunque son raras, hay dinamos con la excitación a la inversa, es decir, por el negativo).

A medida que el rotor gira más veloz, la dinamo produce mayor voltaje, y da lugar a mayor intensidad de corriente. Por ello la dinamo se controla mediante el regulador.

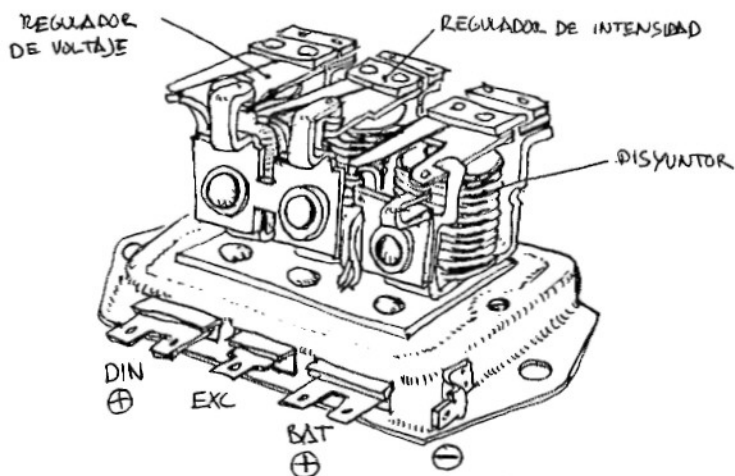
El regulador sirve para impedir que pase corriente de la batería a la dinamo, y permite cargar las baterías sin que se sobrecarguen, ya que una sobrecarga es perjudicial (v. "baterías"). Además, permite que la dinamo genere corriente sin exceder de cierto tope, a pesar de que se aumente su velocidad. Así se evitan desperfectos en el inducido por sobrecalentamiento del mismo.

El regulador se coloca entre la dinamo y las baterías. Un regulador normal tiene cuatro bornes: dinamo (DIN), excitación (EXC), batería (BAT) y masa (sale del propio chasis del regulador):



Conviene colocar el regulador en el propio aerogenerador, porque así sólo hay que bajar los dos cables (+) y (-) a las baterías (pasando por el cuadro de control). Si el regulador está abajo, tendremos que bajar del aerogenerador los tres cables que salen de la dinamo, con el consiguiente aumento de pérdidas, fallos de contacto, etc.

Hay dos tipos de reguladores: mecánicos y electrónicos. Los reguladores mecánicos más usuales están formados por tres bobinas claramente visibles:



Son de izquierda a derecha el regulador de voltaje, el de intensidad y el disyuntor.

El regulador de voltaje, controla el voltaje que da el inducido; si excede de un cierto valor (14 voltios en las dinamos de 12 V por ejemplo), reduce o corta la corriente de excitación que alimenta las bobinas inductoras. Si la distancia del aerogenerador a las baterías es grande, hay pérdidas de voltaje por los cables, y tines que dejar el regulador de tensión a más voltios (por ejemplo, 15 V en sistemas a 12 V) de lo contrario, la intensidad de carga será baja.

El regulador de intensidad, impide que la dinamo dé más amperios de los que puede, ya que se quemaría el inducido por sobrecalentamiento.

El disyuntor es un interruptor que se cierra cuando la corriente pasa de la dinamo a las baterías, pero se abre cuando la dinamo va despacio o está parada, ya que entonces, gastaría corriente actuando como motor, y agotaría las baterías.

Estos tres componentes del regulador se ajustan graduando la tensión de cada muelle o lámina correspondiente. Normalmente esto se consigue doblando o desdoblando ligeramente el apoyo de la lámina.

Antes de colocar el regulador en el aparato, hay que asegurarse de que los componentes del mismo funcionan a la perfección.

Se pueden conseguir dinamos (y reguladores) muy buenos de reciclaje. Es difícil dar normas fijas para elegir una buena dinamo a ojo. Hemos de procurar que sean lentas (es decir, que produzcan corriente a pocas rpm), y para esto sirve como referencia el diámetro de la dinamo, y el de la polea que lleva acoplada. Cuanto mayor diámetro de dinamo, y de polea, más lenta es, y cuanto más largo el "cilindro", más potente. "Ande o no ande, dinamo grande" (del refranero del autoconstructor).

De todas formas, una buena limpieza (asegurar conexiones, aislamientos, reponer escobillas...), la dejarán lista para comprobarla en el banco de pruebas de un taller eléctrico. Hay que comprobar todo perfectamente en un banco de pruebas, y asegurarse de que funciona a la perfección, antes de montarlo y subir todo al poste.

Una dinamo "lenta", comienza a generar hacia las 500 rpm (hay dinamos de gran diámetro más lentas).

Hazte una tabla con las rpm y los amperios que produce. Es valioso para calcular las palas y diseñar tu aerogenerador.

Hay que tener en cuenta que una dinamo no da un voltaje determinado. En principio, da lo que le queramos sacar (sin pasarse...). Por ejemplo, una dinamo "de 24 V" ya de por sí lenta, puede utilizarse a 12 V (con un regulador de 12 V), y será todavía más lenta, y más lenta aún si conectamos las bobinas inductoras en paralelo, ya que con el flujo magnético original de la dinamo, vamos a sacarle 12 V en lugar de 24.V. Las posibilidades son enormes. Conforme te vayas metiendo en este tema, se te ocurrirán más ideas.

También hay inducidos "industriales" o especiales, que permiten generar a la dinamo más despacio. Sus bobinas tienen más vueltas de hilo algo más fino.

No intentes cambiar las bobinas inductoras por otras a no ser que estén estropeadas. Si pretendes aumentar el flujo magnético inductor haciendo bobinas de más espiras, tendrás que poner hilo más fino para que te quepan en su sitio, de forma que al final, te aumenta la resistencia eléctrica de la bobina, disminuye la intensidad de la corriente de excitación, y te quedarás con un flujo magnético más o menos como el que tenías al principio. Además, el fabricante suele poner bobinas con las que las piezas polares van casi ya a saturación magnética.

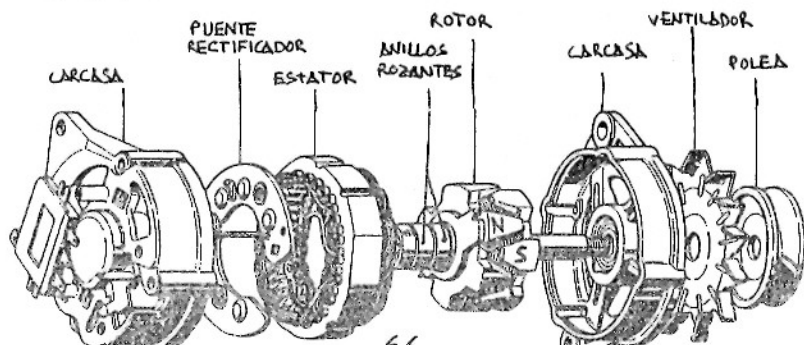
Quizás hayas oído que las dinamos dan problemas por las escobillas del colector. Esto es cierto en automóviles, donde el régimen de una dinamo suele oscilar entre 500 y 5000 rpm. A tanta velocidad, llegan a surgir averías en el colector. Sin embargo, en aerogeneradores, el funcionamiento está libre de calentamiento y vibraciones que sufre en un motor, "ambiente" menos sucio: grasa, polvo, etc. En cuanto a revoluciones, las dinamos trabajan al mínimo para generar. De hecho, hemos podido comprobar que el desgaste de escobillas en las dinamos de aerogeneradores autoconstruidos ha sido inapreciable al cabo de un año de funcionamiento.

Si el desgaste de escobillas es anormalmente grande, puede deberse a las irregularidades del cilindro de delgas. Desmontar la dinamo y pasar una lija muy fina por las delgas, hasta dejarlas bien pulidas. No debe hacerse este trabajo torneando el colector de no ser absolutamente necesario. Deben limpiarse después las ranuras entre delgas con cuidado de no salirse y rayarlas.

El alternador

En este tipo de generadores, el inducido es el estátor, y el inductor, el rotor, a la inversa de las dinamos.

Esto tiene la ventaja de que pueden someterse a más rpm sin peligro, y tienen menos averías, ya que la corriente de excitación que consume el rotor para crear el campo magnético inductor (unos 2 amperios) se transmite al mismo mediante escobillas que frotan en sendos anillos de cobre.



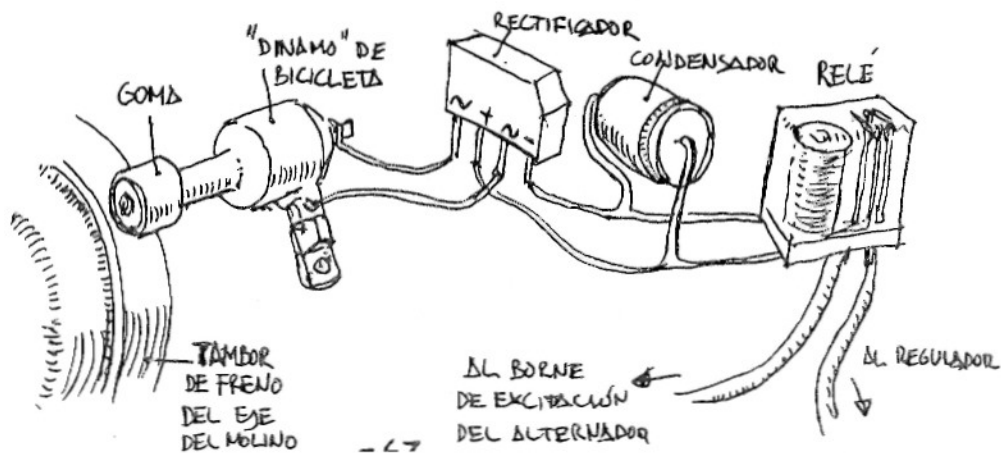
La corriente producida en el estátor es alterna, y sale a través de diodos (componentes que dejan pasar la corriente en un sentido, pero no en el opuesto). Así se eliminan los problemas del colector de la dinamo, puesto que no existe en los alternadores.

Un alternador es más seguro y ligero que una dinamo equivalente, pero también es más caro. Es más fácil encontrar dinamos de reciclaje que alternadores.

No intentes rebobinar la bobina inductora del rotor del alternador para que genere a menos rpm, porque todos los componentes del eje salen perfectamente equilibrados de fábrica, y aunque es fácil desmantelar el rotor, volverlo a montar cinéticamente equilibrado es casi imposible.

El regulador de alternador tiene un regulador de tensión. No se necesita disyuntor puesto que lo sustituyen los diodos, ni regulador de intensidad, ya que al aumentar la velocidad de giro, aumenta la frecuencia de la corriente, y debido a la autoinducción del inducido, la intensidad tiene un máximo del que no puede pasar. Sin embargo, suele llevar un interruptor de la corriente de excitación. Hay gran variedad de reguladores para alternadores, y lo mejor es consultar el "manual de servicio" en cada caso concreto.

En la instalación de un alternador, puede necesitar se acoplar una "dinamo" de bici, o si se emplea caja de cambios de moto, emplear el magneto (ambos son alternadores de imán permanente), para conectar la excitación de la bobina inductora (rotor):

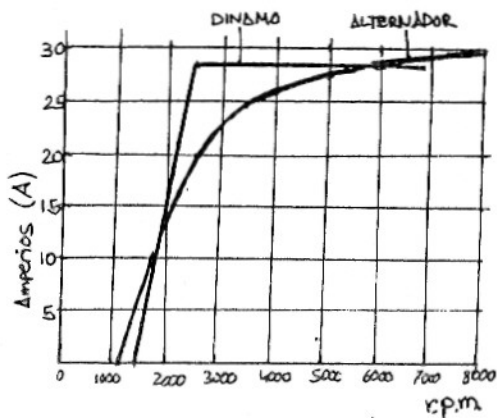


La corriente de la "dinamo" se rectifica con un puente de diodos, y se acopla un condensador electrolítico de 10V 1000 microfaradios. Esta corriente alimenta la bobina de un relé de 6V, que cierra el circuito de excitación cuando el alternador del aerogenerador está a suficientes revoluciones para generar, y abre este circuito cuando va despacio o está parado. Así se evita un gasto inútil de baterías en períodos de calma.

Aunque los alternadores de los vehículos generan corriente con el motor en ralentí (y las dinamos no), esto se debe a que suelen llevar un poleín pequeño, y así multiplican las revoluciones del motor. Un alternador de coche suele comenzar a generar hacia las 1200 rpm. Hay alternadores para autobuses que comienzan a cargar a 700 rpm (FEMSA ALA-70-1)

Hay una diferencia importante a tener en cuenta, entre dinamos y alternadores. Una vez que la dinamo comienza a cargar, a cierto número de revoluciones, en general, alcanza su máxima potencia antes de llegar al doble de esta velocidad.

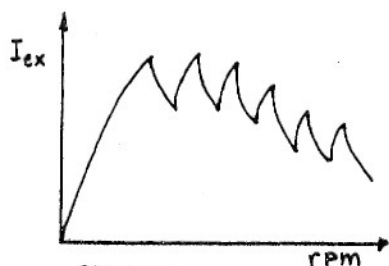
Sin embargo, la intensidad de corriente producida por los alternadores, va creciendo poco a poco al aumentar de revoluciones, y no se alcanza su máxima potencia hasta muy alta velocidad:



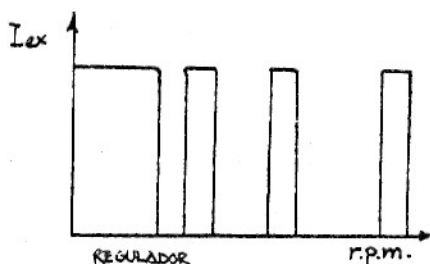
Regulador autoconstruido

La dinamo de un aerogenerador, trabaja a pocas revoluciones (500 a 1100 por ej.), mientras que en un vehículo, se ve obligada a funcionar a velocidades muy diferentes (500 a 5000). Por ello, la regulación de la dinamo en el aerogenerador es mucho más sencilla.

Tanto los reguladores electromecánicos descritos, como los electrónicos comerciales, efectúan una regulación discontinua de la intensidad de excitación (I_{ex}):



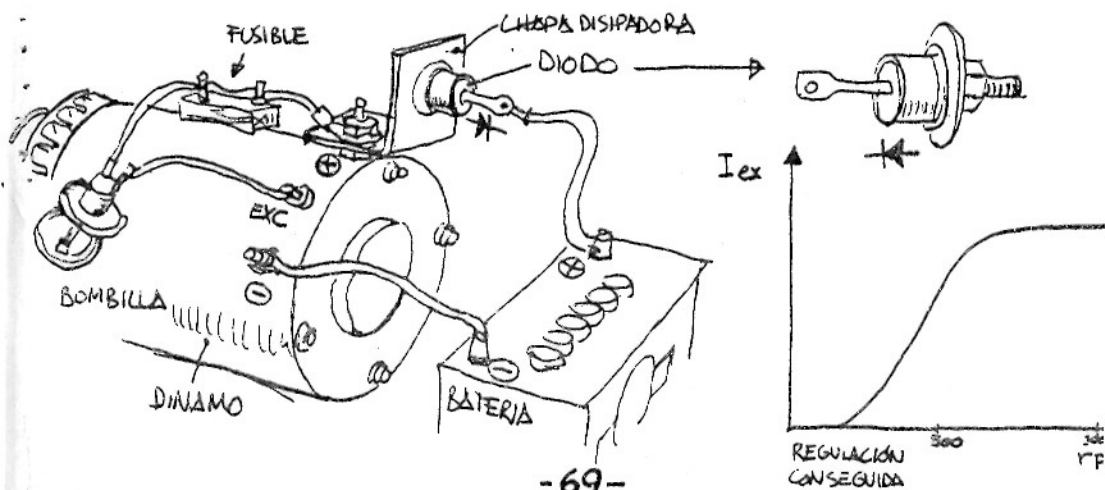
REGULADOR ELECTROMECAÁNICO



REGULADOR ELECTRONICO

Esta discontinuidad hace disminuir el rendimiento de la dinamo y la carga de las baterías se produce en mediocres condiciones.

Puedes construirte un regulador muy bueno y económico, sin partes móviles, con regulación continua de la I_{ex} según el siguiente esquema:



El diodo de silicio, de ánodo base, debe poder soportar como mínimo, el doble de la intensidad máxima de la dinamo (dinamo de 20 A, diodo de 40 A). El diodo debe sujetarse sobre una chapa de cobre de unos 5 x 2 cm para disipar el calor. Su misión es la de disyuntor: la corriente puede pasar de la dinamo a las baterías, pero no a la inversa.

La bombilla o bombillas y el fusible en serie, entre el borne + y Exc de la dinamo, tienen por misión mantener prácticamente constante la I_{ex} , aunque aumente el voltaje entre los bornes + y - de la dinamo. La I_{ex} queda regulada mediante la resistencia -variable- de la bombilla. Si aumenta I_{ex} , el filamento se calienta y aumenta su resistencia, con lo que I_{ex} se mantiene prácticamente constante.

La siguiente Tabla, relaciona la resistencia del filamento de "larga" de una bombilla de faro de coche de 12V en función de la intensidad y voltaje a que se somete:

Voltios	Amperios	Ohmios
0,2	0,5	0,4
0,5	1,0	0,5
1,6	1,5	1,1
3,1	2,0	1,6
5,0	2,5	2,0
7,2	3,0	2,4
11,5	4,0	2,9

Puedes conocer cuántas bombillas debes colocar, sabiendo el régimen de revoluciones máximo de la dinamo en el aerogenerador (v. "cálculo del aerogenerador").

A esta velocidad, la dinamo debe dar la intensidad nominal. Si no la alcanza, debes poner más bombillas en paralelo. A título orientativo, en dinamos de 12 V, basta con una bombilla de faro de coche cuando la intensidad de excitación es de unos 1,5 A, y dos de ellas cuando dicha intensidad es de unos 3 A.

El fusible está por si existe alguna discontinuidad en el recorrido de la corriente desde el aerogenerador a las baterías. El fusible debe fundirse cuando la I_{ex} alcance un valor doble del normal. Es decir, si la I_{ex} es 2,5 A, debe fundirse con 5 A (Puedes construirte fusibles de 5 A con hilo de cobre de 0,1 mm de diámetro)

De esta forma, se evitará que se quemen las bobinas inductoras en caso de avería.

Debes controlar la carga de las baterías con el Sen símetro y desorientar el aerogenerador cuando ya están completamente cargadas.

También puedes conocer el momento en que las baterías están completamente cargadas instalando en el cuadro de control otro indicador de voltaje (esquema de la pagina 74), pero con un diodo zener de 12 voltios y un diodo LED rojo (estos componentes son para instalación a 12 voltios). El piloto rojo se encenderá cuando las baterías alcancen 13,8 a 14 voltios, es decir cuando estén completamente cargadas

Este regulador no controla la intensidad máxima que debe dar la dinamo, por lo cual, la velocidad máxima de rotación tiene que estar regulada con cualquiera de los sistemas vistos en "sistemas de regulación" (Pág. 15), para que no se quemé.

EL CUADRO DE CONTROL

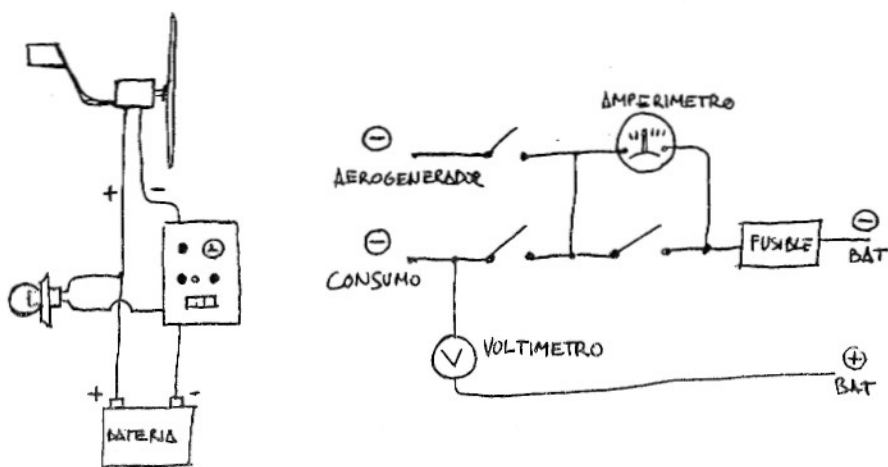
En la instalación de un aerogenerador, tenemos de una parte al propio aparato que genera corriente, de otra, las baterías que la almacenan, y finalmente los aparatos que la consumen.

En el paso de corriente de unos a otros, es casi imprescindible, disponer de un cuadro de control que permita determinar la intensidad de carga o descarga, voltaje de las baterías, sirva para desconectar las partes que se deseen, permita detectar averías, etc.

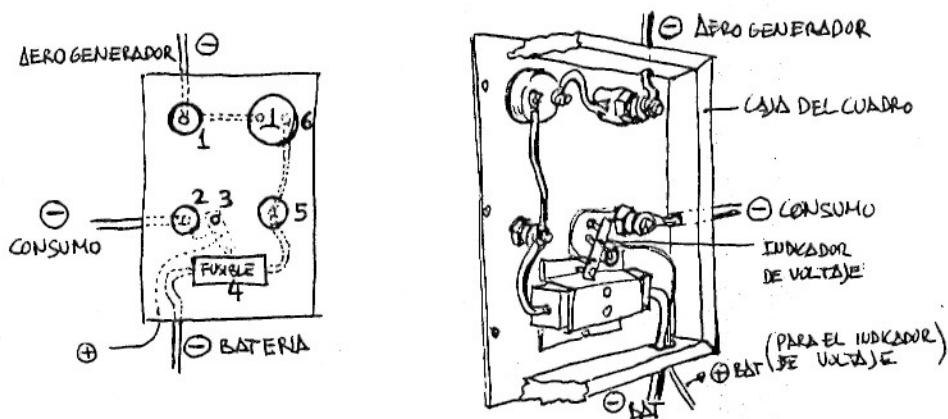
Para esto, os proponemos el siguiente modelo de cuadro de control. En él, los interruptores, son botones desconectores, de los que se emplean en automóviles, ya que son económicos y sin averías.

Los cables que pasan por el cuadro, son los que corresponden al polo negativo (-) para evitar la corrosión del mismo.

La situación del cuadro y su esquema son por lo tanto los siguientes:



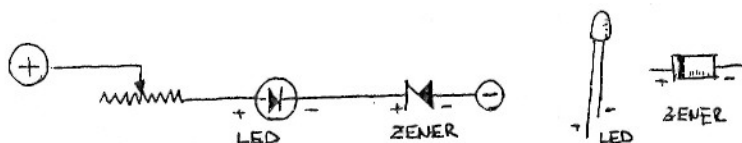
Para construir el cuadro, nos podemos servir de un recorte de chapa de aluminio de unos 20 x 30 cm. Utilizaremos el propio aluminio como conductor de la corriente eléctrica. La disposición del cuadro y sus componentes es la siguiente:



Descripción de los componentes del cuadro:

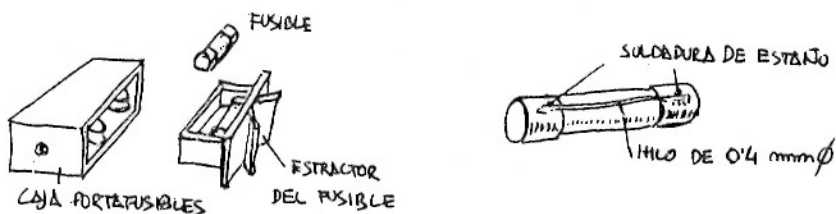
1. Botón interruptor del aerogenerador: permite desconectar el aparato de las baterías cuando se necesite.
2. Botón interruptor de consumo: permite desconectar la instalación de consumo cuando se requiere.
3. Indicador de voltaje de las baterías: entra en funcionamiento con el botón 2 conectado. Si la tensión de las baterías es superior a 11,5 voltios, indicará luz verde, es decir, podemos consumir corriente. Si no se enciende con el botón 2 conectado, las baterías están muy descargadas, y no debemos consumir corriente para evitar que se sulfaten (v. "baterías"), o puede estar fundido el fusible. Cuanto mayor sea el voltaje de las baterías, más intensa es la luz.

Este indicador de voltaje, se puede construir de forma muy sencilla, para 12 voltios, con un diodo Zener de 9,1 V un diodo luminoso (LED), verde de 3 mm ϕ y una resistencia de ajuste de 100 ohmios, todo en serie, respetando la polaridad de los diodos:



Un voltímetro convencional (de aguja), es mucho más caro y no tiene sensibilidad en el margen que necesitamos (11,5 a 13 V)

4. Fusible: sirve para cortar la corriente de baterías cuando la intensidad aumenta a valores anormalmente grandes (cortocircuito). Se pueden emplear fusibles de cartucho, y recuperarlos una vez fundidos con hilo de 0,4 mm de diámetro de cobre (30 amperios)



5. Botón interruptor del amperímetro: desconectado, permite leer la intensidad de carga o descarga de baterías y conectado, cancela el amperímetro para eliminar las fracciones de voltio que se pierden en éste.

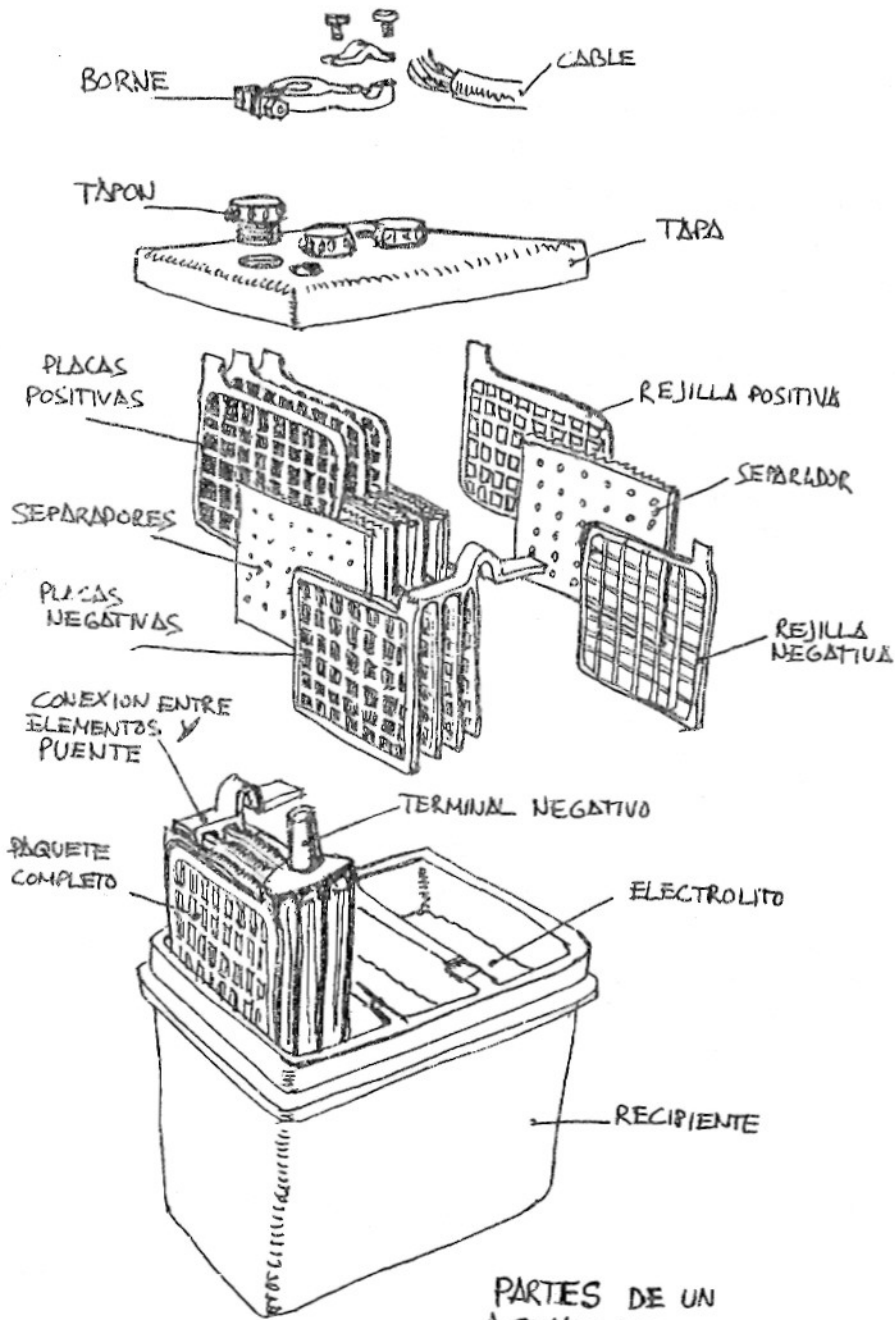
6. Amperímetro: permite determinar la intensidad de carga o descarga con el botón 5 desconectado.

Algunas situaciones frecuentes:

Si se vive en la casa donde está el aerogenerador, lo normal es tener los botones 1, 2, 5, conectados, y por lo tanto el piloto verde encendido (hay corriente para gastar. Si en estas condiciones, el piloto no se enciende, puede estar fundido el fusible, o descargadas las baterías. Cambiar de fusible: si el piloto se enciende, estaba fundido el fusible anterior (intentar averiguar las causas); si el piloto no se enciende, las baterías están descargadas (no consumir corriente).

Si se cambia el fusible fundido por otro nuevo y se funde pronto, hay avería. Desconectar los botones 1, 2 y 5. Cambiar el fusible por otro nuevo. Conectar el botón 1. Si el amperímetro marca en rojo, a tope de escala, hay avería en el aerogenerador. Dejar el botón 1 desconectado y reparar la avería. Si el amperímetro no marca nada al conectar el botón 1, desconectarlo de nuevo. Conectar el botón 2. Si el amperímetro marca sobre rojo, a fondo de escala, hay avería en la instalación de consumo. Aflojar el botón 2 y detectar y reparar la avería.

En funcionamiento normal, si se desea leer las indicaciones del amperímetro, aflojar (desconectar) el botón 5 dejando los botones 1 y 2 conectados.



PARTES DE UN ACUMULADOR DE PLOMO

BATERIAS

La corriente eléctrica producida por la dinamo o alternador del aerogenerador, puede seguir dos caminos: consumirse en el acto o acumularse.

Normalmente, la instalación de un aerogenerador, va acompañada de las correspondientes baterías de acumuladores, cuya misión es almacenar energía para los días sin viento y mantener constante el voltaje de la instalación.

Descripción

Existen diferentes tipos de baterías, pero sólo nos ocuparemos de las de plomo por ser las más frecuentes y económicas.

Las baterías de plomo, están formadas por varias celdas. Ya que cada celda proporciona dos voltios, se comprende que las baterías de seis voltios tengan tres celdas (tres tapones), y las de doce voltios, seis celdas (seis tapones).

Cada celda, está formada por un vaso dentro del cual hay varias rejillas de plomo unidas entre sí, intercaladas por otras rejillas, también unidas entre sí, pero separadas de las primeras mediante separadores de material aislante (madera, fibra de vidrio, plástico...).

Los huecos de las rejillas positivas, se llenan con óxido de plomo (PbO_2) y los de las placas negativas, con plomo esponjoso (Pb).

Todo el conjunto, va sumergido en una disolución de ácido sulfúrico en agua (electrolito), de concentración adecuada.

Funcionamiento

Cuando la batería se descarga, el plomo de las placas negativas, se oxida para dar iones plumbosos (Pb^{++}) (ión es cualquier átomo o molécula con carga eléctrica):

