

Case 9.-  
**168731**

20 ENE. 1945

**MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E                    D E                    I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de WINCHARGER CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en East 7th Street and Division, Sioux City, Woodbury, Iowa, Estados Unidos de América, por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LOS ELEMENTOS  
MOTORES MOVIDOS POR EL VIENTO".-

=====

Este invento se refiere a molinos de viento, para mover un generador eléctrico u otros aparatos absorbedores de energía. Se refiere en particular a molinos de viento que desarrollan velocidades rotatorias en relación con la velocidad del viento que pone en acción al molino.

5

Se desea que un molino de viento con aspas radiales que giran sobre un eje tengan tales características, que se desarrolle el máximo de potencia a una velocidad virtualmente constante del molino bajo velocidades de viento variables. En este caso, un generador eléctrico pequeño, acoplado al molino, trabajará dentro de una escala de velocidades relativamente pequeña, así es que será mejor diseñar el generador eléctrico para disipación de calor en una escala estrecha de velocidades operati-

10



168731

15 vas. Por esta razón, un fin del invento es proveer un molino de viento mejorado, que gira a velocidad virtualmente constante bajo velocidades variables de viento.

20 También se desea que las aspas sean de espesor relativamente grande y gran área de sección transversal, a fin de que el molino esté menos expuesto a fractura y vibración en dirección paralela al eje de rotación. Además, cuando el área de sección transversal es grande, se gobierna mejor el procedimiento de manufactura, Así, otro fin del invento es proveer un molino de viento con aspas de dimensiones relativamente grandes.

25 En el caso de aspas de molino de viento con relación de espesor relativamente grande, los momentos de inercia de su área transversal son relativamente grandes, así es que el espesor de pared para una resistencia adecuada se hace lo más delgado posible, y el aspa lleva una porción hueca considerable, siendo estas  
30 aspas huecas de manufactura barata si se usan nuevos métodos. Otro fin del invento es proveer un molino de viento con aspas huecas para altas velocidades y cuyas paredes son relativamente delgadas.

35 Además, cuando el área de sección transversal del aspa de molino es relativamente grande, y el espesor de las aspas de molino es también grande, se ha hallado que el ángulo de paso, a saber, el ángulo entre el plano de rotación y un plano que atraviesa o es tangente a la sección del aspa, será relativamente excesivo para una acción eficiente, de conformidad con la nomenclatura del National Advisory Committee for Aeronautics, de los  
40 Estados Unidos. Se prefieren ángulos de paso grande porque en tal caso la torsión de arranque del aspa inmóvil es relativamente grande. Por esta razón, otro fin del invento es proveer una aspa de molino con torsión de arranque relativamente grande.

45 Además de estas características, se desea que el aspa produzca el minimum de ruido, que sea de tamaño y espesor substanciales para que resistan bien las fuerzas de momento de flexión



20

168731

50 y corte de cizalla, y que tengan tal forma que facilite su moldeo e expulsión si son de metal, o su acepilladura, si son de madera. Así, otro fin del invento es proveer aspas de molino que producen el minimum de ruido cuando giran bajo velocidades de viento constantes o variables.

55 Se ha visto que cuando se obtienen estas características, el molino de viento adquiere la notable propiedad de que trabaja a velocidad relativamente alta y se le puede acoplar directamente al eje de un generador eléctrico, sin engranajes o mediante relaciones de engranaje relativamente bajas. En general, el tamaño de un generador eléctrico para una capacidad de energía dada es proporcional a su velocidad operativa, y a mayor velocidad  
60 correspondará menor tamaño físico para suplir una cantidad de energía dada. Por consiguiente, el molino de viento acoplado a un generador eléctrico debe tener alta velocidad rotacional con relación a la velocidad del viento que mueve al molino. En otras palabras, se desea que la relación de velocidad de las puntas de aspa sea grande, y se define la relación de velocidad de  
65 las puntas como una relación entre la velocidad de la punta del aspa y la velocidad de la corriente fluida o viento que mueve al aspa. Por estas razones, otro fin del invento es proveer una aspa de molino que no solo posee las mencionadas ventajas, sino que además tiene una relación relativamente alta de velocidad de  
70 punta, en la escala desde sin carga hasta carga plena.

Cuando se hace el aspa de molino según este invento, tendrá eficiencia para extraer energía de la corriente fluida o viento, y para transformar esa energía en energía de rotación,  
75 que podrá aplicarse a un generador eléctrico u otro aparato que absorba energía, que esté acoplado al molino.

Otro fin del invento es proveer un molino de viento con aspas de molino que tienen sección de ala de tal modo relacionada con el ángulo de paso, que el aspa resulta accionada con  
80 gran eficiencia.



168731

85 El invento contempla un molino de viento para mover un generador eléctrico u otro aparato absorbedor de energía, estando provisto el molino de aspas con sección de ala de un paso tal, que cuando esta' el aspa inmóvil, el viento que sopla con dirección virtualmente paralela al plano de rotación del aspa, virtualmente no crea ninguna fuerza en dirección perpendicular a esa dirección del viento.

Con referencia a los planos anexos:

90 La Fig. 1 es un corte transversal que corresponde a la sección de ala, hecho en una aspa de molino de viento fabricada de conformidad con este invento;

La Fig. 2 indica ciertas características del aspa de molino de viento de este invento;

La Fig. 3 es un corte de dicha aspa de molino;

95 Las Figs. 4 y 5 son vistas, lateral y de plano, del aspa de molino de viento de este invento;

La Fig. 6 indica ciertas otras características del aspa de molino de este invento;

100 La Fig. 7 indica ciertas características de la sección de ala a diferentes velocidades del viento;

Las Figs. 8, 10, 11 y 13 indican ciertas características de otras aspas de molino de viento hechas de conformidad con este invento;

105 Las Figs. 9 y 12 muestran corbes de sección de otras aspas de molino;

La Fig. 14 muestra un impulsor de paso variable o de tipo ladeado, hecho de conformidad con el invento;

La Fig. 15 muestra un corte hecho virtualmente en la línea 15-15 de la Fig. 14; y

110 La Fig. 16 es un corte hecho virtualmente en la línea 16-16 de la Fig. 14.

Este invento se refiere a las aspas de molino que giran movidas por la energía del viento, más bien que a los impulsores



2071

168731

115 que imparten energía a una corriente de aire; y las aspas de molino de viento hechas según este invento poseen ciertas características operativas mecánicas y dinámicas especialmente ventajosas.

120 En general, la eficacia de una aspa de molino de viento depende de sus características de ala. Una aspa con sección de ala y paso adecuados para una acción bajo la fuerza del viento, en general no se adapta a su acción como impulsor.

125 Una aspa de molino de viento es una cosa muy diferente de un impulsor, porque en el aspa de molino la energía es transmitida por el viento al aspa, mientras que en un impulsor se transmite la energía de las aspas a la corriente de aire en movimiento. Una aspa que funciona bien como impulsor usualmente no trabaja bien como aspa de molino de viento. Las características operativas particulares del aspa de molino de viento dependen del área de sección transversal (o sección de ala) de la misma  
130 aspa, y del ángulo (ángulo de paso) con que se desplaza la sección con respecto al plano de rotación del aspa. Las características de ala y el ángulo de paso del aspa se relacionan de la manera que se verá más adelante.

135 En una aspa de molino de viento prevalecen las siguientes relaciones generales: Ángulo de ataque (A) igual al ángulo del viento (B) menos el paso (P); mientras que en un impulsor el ángulo de ataque es igual al paso del aspa de impulsor menos el ángulo del viento.

140 Se comprenderán mejor estas relaciones examinando la FIG. 1, que indica que una aspa de molino, con la sección de ala ilustrada, se desplaza del plano de rotación sobre un ángulo P, que en la práctica y según la nomenclatura del National Advisory Committee for Aeronautics, debe medirse entre el plano OG tangente a la superficie baja de la sección de ala, y el plano OH, que  
145 corresponde al plano del movimiento o rotación del aspa de molino de viento. Debe notarse que los ángulos de paso de algunas secciones de ala son medidas entre otros planos según las normas



1045

168731

150 aceptadas, pero los ángulos de sección aquí descritos son medidos entre la tangente del plano y la superficie inferior. En la Fig. 1 se representa la velocidad del aspa de molino por el vector OD, que está en el plano de rotación del aspa; y la velocidad del viento que mueve al aspa está representada por el vector OC, siendo este último vector perpendicular al plano de rotación del aspa. La velocidad relativa del aspa es vectorialmente igual  
155 a la velocidad del aspa menos la velocidad del viento, y está representada por el vector OE. Por consiguiente, la dirección del viento que viene está en la dirección del vector OE. El ángulo de ataque A del viento se mide usualmente desde el plano que incluye la línea OG, y es el ángulo medido entre la línea  
160 OG y el vector OE. Se mide la relación de velocidad de punta por la relación entre el vector OD, que representa la velocidad del aspa, y el vector OC, que representa la velocidad del viento. Se notará que esta relación puede ser expresada por la cotangente del ángulo B.

165 En la Fig. 1 está ilustrado el ángulo de ataque A como negativo, y responde a la relación -

$$B - A = P.$$

Esta relación se deriva de la geometría de la Fig. 1, en que el ángulo de paso P es el ángulo entre el plano de rotación y un  
170 plano tangente a la superficie baja del ala; el ángulo del viento B es el ángulo entre el plano de rotación y la dirección de la resultante dirección del viento, y el ángulo de ataque es el ángulo agudo entre dicho plano tangente a la superficie baja del ala y la línea de la dirección resultante del viento.

175 El ángulo de ataque A, Fig. 1, es negativo porque se le mide hacia la izquierda desde la prolongación de la línea OG. El ángulo de ataque es positivo cuando el vector OE cae bajo la línea OJ, o prolongación de la línea OG, de tal modo que el ángulo agudo entre la línea OJ y el vector OE se dirige a la dere-

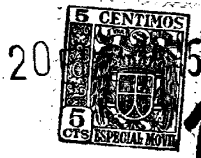


168731

180 cha. El ángulo de ataque  $A$  es cero cuando el vector  $OE$  se extiende en la misma dirección de la línea  $OG$  o su prolongación  $OJ$ . Este es un método bien establecido para medir ángulos de ataque y ángulos de viento resultantes.

185 La precedente ecuación es una relación vectorial, y es cierta para todas las condiciones operativas de una aspa de molino de viento. El ángulo de ataque  $A$  es muy grande y positivo cuando comienza a girar el aspa, y se reduce progresivamente, llegando a magnitudes positivas muy bajas, y a veces a magnitudes negativas, cuando gira el aspa a velocidad máxima. Esta  
190 acción está ilustrada en detalle en la Fig. 2, que muestra ciertas características de ala de una aspa de molino de viento con el área de sección transversal dimensionalmente ilustrada en la Fig. 3, siendo conocida esta sección transversalmente como sección "Eiffel No. 386", y corresponde a la sección de ala descrita  
195 ta acerca de la Referencia No. 799 del Informe No. 315 del National Advisory Committee for Aeronautics (1929), publicado por la Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos. En la Fig. 2 están trazadas las características del ala como una función del ángulo de ataque  $A$ , siendo estas características  $C_L$  o coeficiente de elevación,  $C_D$  o coeficiente de arrastre, y  $L/D$  o relación  
200 de coeficiente de elevación a coeficiente de arrastre. El ángulo de ataque  $A$  está trazado como abscisas en la línea  $XOX'$ , y las correspondientes magnitudes de  $C_L$ ,  $C_D$  y  $L/D$  están trazadas como ordenadas sobre la línea  $OY$ . Las curvas que muestran las  
205 relaciones entre el ángulo de ataque y las características  $C_L$ ,  $C_D$  y  $L/D$  están indicadas por los respectivos símbolos  $C_L$ ,  $C_D$  y  $L/D$ .

Como parte del análisis gráfico de la Fig. 2 se verá también una serie de líneas de  $45^\circ$  que representan la relación de  
210  $A - B = P$  para diferentes magnitudes de  $P$ . Esta serie de líneas de  $45^\circ$ , marcadas  $P = 0^\circ$ ,  $P = 5^\circ$ ,  $P = 10.5^\circ$ , y  $P = 14.5^\circ$ , según la magnitud particular de  $P$  a que corresponda cada línea, sirve



168731

215 para determinar las condiciones que prevalecen cuando gira una  
aspa de molino que tenga la correspondiente sección transversal  
ilustrada en la Fig. 3.

Puede demostrarse que la capacidad de energía teórica ob-  
tenida con una sección de ala de aspa de molino que tenga una  
área efectiva S sometida a una velocidad V del viento, será  
virtualmente:

220  $Energía = \frac{\rho}{4} S V^2 \operatorname{cosecante} B \cotangente B (C_L - C_D \cotangente B)$   
en que  $\rho$  es la masa por unidad de volumen de aire, y  $\cotangente B$   
es la relación de velocidad de punta, estando ilustra-do el án-  
gulo B en la Fig. 1.

225 Puede demostrarse que, cuando  $C_L$  y  $C_D$  son consideradas  
constantes, se desarrolla energía máxima cuando:

$$\cotangente B = 2/3 C_L / C_D = 2/3 L/D$$

y entonces:

$$energía\ máxima = 2/27 C_L (L/D)^2 \rho S V^3$$

230 En la práctica, cuando comienza a girar el aspa de molino  
que está inmóvil, prevalecen ángulos de ataque A positivos gran-  
des, que corresponden a ángulos de viento B grandes. Estos dos  
ángulos se reducen progresivamente con el aumento en la relación  
de velocidad entre el aspa y la punta, hasta llegar a una velo-  
cidad estable en que las magnitudes del ángulo A y del ángulo B

235 corresponden a un punto de la curva L/D en que está esta curva  
L/D virtualmente en un maximum, punto en el cual se desarrolla  
la energía máxima. Se ha hallado que, para una aspa de molino  
con paso constante, midiendo desde el cubo hasta la punta del  
aspa, se desarrolla la energía máxima cuando el ángulo P es vir-

240 tualmente igual en magnitud al ángulo de ataque  $A_0$ , en el cual  
pasan las curvas  $C_L$  y L/D por el eje cero, siendo el ángulo  $A_0$   
el ángulo A en el cual no se produce ninguna fuerza elevadora  
en el ala. En otras palabras, con una aspa de paso constante  
que tenga todas las secciones elementales trazadas con el mismo

245 ángulo respecto del plano de rotación del aspa, y que tenga la



168731

sección transversal de la Fig. 3, con las características dinámicas de la Fig. 2, el ángulo de paso tendrá que ser virtualmente igual a  $10.5^{\circ}$  para la capacidad máxima de energía y características operativas mejoradas.

250 Cuando el ángulo de paso (Fig. 1) es virtualmente igual al valor absoluto del ángulo de ataque  $A_0$ , en que la curva  $L/D$  pasa por cero, a saber, cuando  $P$  es igual a  $|A_0|$ , la ecuación

$$B - A = P$$

se convierte en

255 
$$B = |A_0| + A,$$

en la que  $|A_0|$  representa la magnitud absoluta de  $A_0$ . En este caso, el ángulo de viento  $B$  es siempre virtualmente igual al ángulo de ataque absoluto, según define este ángulo la nomenclatura del National Advisory Committee for Aeronautics, a saber, 260 el ángulo de ataque medido desde la altura de elevación cero. Así, cuando  $P$  es igual a  $|A_0|$ ,  $B$  será cero cuando el ángulo de ataque corresponde al punto en que no se produce ninguna fuerza elevadora en la sección de ala.

Se sabe que una aspa de molino gira y entrega energía debido principalmente a las fuerzas de elevación y de arrastre que 265 trabajan paralelas al plano de rotación del aspa, teniendo la fuerza elevadora la mayor parte del componente que produce rotación y que transforma el viento disponible en energía. También se sabe que el ángulo no elevador de una sección de ala es aquel 270 ángulo de ataque en que no se produce ninguna fuerza elevadora y en que virtualmente nada de la energía disponible del viento se transforma en energía de rotación del aspa. Además, la característica de dirección de viento no elevadora está definida aquí como aquella dirección lineal del viento resultante que 275 pasa por la sección de ala de tal modo que una corriente de aire que fluya en la misma dirección no producirá fuerza elevadora en la sección de ala, estando definida la dirección de viento resultante como un ángulo cuya cotangente es la relación de velo-



168731

280 cidad entre el aspa y el viento, relativamente al soporte del aspa de molino.

Además, y con fines de definición, el ángulo de ataque absoluto se mide desde el ángulo de no elevación, teniendo dicho ángulo de ataque absoluto una magnitud cero en ese ángulo de no elevación, y aumentándose progresivamente su magnitud a medida que la sección de ala se aleja más y más de su punto de no elevación.

290 Cuando el ángulo de paso P (Fig. 1) es igual a  $|A_0|$ , el ángulo de viento resultante B es igual al ángulo absoluto de ataque, y como el ángulo B se mide desde el plano de rotación, Fig. 1, se trazará el paso del aspa de modo que la dirección de viento característica para no elevación esté en el plano de rotación del aspa. Debe entenderse por "dirección de viento característica de no elevación" aquella dirección de viento lineal que pasa por el ala y en la cual dicho viento lineal no produce fuerza elevadora en el ala. Otra característica parecida, de una aspa bajo tales condiciones, es aquella en que, cuando se mueve el aspa en un aire inmóvil mediante un motor auxiliar mecánicamente acoplado, producirá el aspa una corriente de aire con el minimum de velocidad. También se deduce que, cuando P es igual a  $A_0$ , 300 la corriente de viento que sopla en dirección paralela al plano de rotación del aspa no producirá ninguna fuerza elevadora en el aspa, porque en tal caso la dirección de viento característica de no elevación estará en el plano de rotación.

305 Como en la práctica ocurre que la mitad externa del aspa es más eficaz para desarrollar torsión y fuerza que la mitad interna, habrá que ejercer mayor cuidado cuando se traza la mitad externa que cuando se traza la interna. Por consiguiente, se comprenderá que dicha ecuación.

$$B = |A_0| + A$$

310 tiene aplicación especial con respecto a la mitad externa del aspa de molino.



205

168731

315 Además de las curvas mencionadas, se verá en la Fig. 2 una curva adicional W, trazada con el ángulo de ataque como abscisas sobre la línea  $XOX'$ , y la capacidad de energía trazada como ordenadas sobre la línea  $OY$ , indicando esta curva la capacidad de energía que se obtiene experimentalmente de una aspa con la sección transversal de la Fig. 3. Se verá que la curva experimental W que se obtiene usando una aspa con dicha área transversal y un paso uniforme constante, como se indica en las Figs. 4 y 5, 320 siendo el ángulo de paso P igual a  $10.5^\circ$  a todo el largo del aspa, será una curva de la misma forma general de la curva  $L/D$ , y el punto de la curva experimental W de capacidad de energía, lo mismo que el punto máximo de la curva  $D/L$ , ocurrirán casi en el mismo ángulo de ataque A.

325 De preferencia se hace el aspa de molino de este invento de un tamaño tal, que la relación de largo de cuerda (c) a radio (R) estará en la escala de 7 a 11% (véase Fig. 5). Esto se aplica a molinos de dos y de cuatro aspas. Por ejemplo, en una aspa con radio de 1.8 metros, la relación de  $c/R$  estará en la 330 escala de 7 a 11%, y la energía desarrollada por el aspa tendrá menor magnitud cuando la relación  $c/R$  está afuera de esa escala.

La Fig. 4 muestra una aspa doble con un eje para acoplarla al generador eléctrico u otra máquina semejante; pero podrán conectarse las aspas al generador mediante engranajes que hagan 335 girar el eje del generador a mayor velocidad que la del molino. La dirección de rotación de las aspas está indicada por la flecha R en la Fig. 5.

Las aspas de las Figs. 4 y 5 tienen la sección de ala que muestra la Fig. 3, así es que les corresponde la curva de capacidad de energía W de la Fig. 2, y son un par de aspas del tipo 340 de paso uniforme constante, a saber, del tipo en que las porciones elementales de cada aspa, tomadas en secciones perpendiculares al eje del aspa, y radiales sobre el largo del aspa, son trazadas con el mismo ángulo de paso, respecto del ángulo de rota-



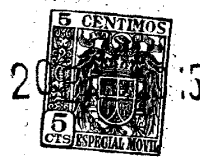
168731

345 ción. Podrá esperarse mayor similitud entre la curva W de ca-  
 pacidad de energía y la curva D/L cuando las aspas no son de  
 paso uniforme o constante, sino que tienen paso variable a todo  
 el largo del aspa, estando relacionado el ángulo de paso P en  
 diferentes puntos del largo del aspa con la distancia entre el  
 350 eje de rotación y los correspondientes valores de la curva D/L,  
 como se verá más adelante.

La Fig. 6 muestra otras características de la misma natu-  
 raleza de la curva W de la Fig. 2, de tres aspas de molino con-  
 sección transversal Eiffel No. 386, ilustrada en la Fig. 3, des-  
 355 plazadas respectivamente sobre los ángulos de paso constante  
 $P = 10.5^\circ$ ,  $12.5^\circ$  y  $14.5^\circ$ , estando trazada la velocidad como abs-  
 cisas en la línea OX y la capacidad de energía como ordenadas en  
 la línea OY. La curva 1 de la Fig. 6 corresponde a la curva W  
 de la Fig. 2. Las curvas 1, 2 y 3 de la Fig. 6 corresponden  
 360 respectivamente a la capacidad de energía y característica de  
 velocidad que se obtienen con la misma sección transversal des-  
 plazada a un ángulo de paso constante de  $10.5^\circ$  y con velocidades  
 de viento de 20, 15 y 10 millas por hora, respectivamente. Las  
 curvas 4 y 5 de la Fig. 6 muestran respectivamente la capacidad  
 365 de energía y característica de velocidad que prevalecen cuando  
 la misma sección transversal es desplazada a un ángulo de paso  
 constante de  $12.5^\circ$  y  $14.5^\circ$ , y con velocidad de viento de 20 mi-  
 llas por hora. Cuando el ángulo de paso P es menor de  $10.5^\circ$ , el  
 punto máximo de las correspondientes capacidad de energía y ca-  
 370 racterística de velocidad es menor que el maximum de la curva 1.

En la práctica, cuando se acopla el generador eléctrico u  
 otra máquina equivalente al molino de viento que tiene aspas de  
 ángulo de paso fijo y que es movido por vientos de velocidades  
 variables, la acción corresponderá a la curva 6 de la Fig. 6,  
 375 que indica la posición de los puntos máximos de las curvas que  
 corresponden a las curvas 1, 2 y 3, obtenidas cada una a veloci-  
 dad constante. Se desea, bajo el punto de vista económico y

168731



operativo, que la relación  $\Delta W/\Delta S$  (en que W es la capacidad de  
energía y S la velocidad del molino), a saber, la inclinación  
380 de la curva 6, sea tan grande como fuere posible. Las condicio-  
nes ideales serían de una curva en la forma de una línea recta  
vertical. Cuando la inclinación de la curva de máximos 6 es  
grande, variará la velocidad del generador eléctrico u otra má-  
quina equivalente en una cantidad proporcionalmente menor cuando  
385 en la práctica se somete el molino a fuerzas del viento con ve-  
locidades variables.

Podrá regularse la inclinación de la curva 6 de la Fig. 6,  
de acuerdo con este invento y dentro de ciertos límites, esco-  
giendo el correcto ángulo de paso con relación a las caracterís-  
390 ticas dinámicas de ala que tenga el aspa en sección transversal.  
Cualquier factor que produzca cambios de posición en el punto  
máximo de las curvas correspondientes a las curvas 1, 2 y 3,  
causará un cambio correspondiente en la inclinación de la curva  
6. Uno de esos factores reside en la correcta selección del  
395 ángulo de paso P en las secciones a lo largo de la línea de eje  
del aspa de molino.

La punta externa del aspa de molino es más veloz que la  
porción de raíz del aspa, así es que hay una curva diferente  
L/D para cada sección de aspa sobre su largo radial. Además,  
400 los puntos máximos de las curvas 1, 2 y 3 corresponden muy de  
cerca a los puntos máximos de las correspondientes curvas L/D,  
a las velocidades respectivas del viento. Así, no sólo se  
afecta la inclinación de la curva 6 por una selección adecuada  
del ángulo de paso, con relación a la velocidad de cada sección  
405 de aspa y la correspondiente curva L/D, sino que también se podrá  
regular la capacidad de energía del aspa compuesta y aumentarla  
en la misma forma. Con este fin es necesario tomar en cuenta  
el cambio o desplazamiento, como en la Fig. 7, de los puntos  
máximos de las correspondientes curvas L/D cuando varía la ve-  
410 locidad relativa entre el viento y el molino.

168731



20 45

415 La Fig. 7 muestra una serie de curvas  $L/D$  tomadas sobre una sección de ala a diferentes velocidades de viento, con los ángulos de ataque trazados como abscisas en la línea  $OX$ , y los valores de la relación  $L/D$  trazados como ordenadas en la línea  $OY$ . Las curvas 7, 8, 9, 10, 11 y 12 muestran el cambio progresivo en las características de  $L/D$  cuando aumenta la velocidad del viento. Estas curvas muestran que el maximum de intensidad de la relación  $L/D$  se aumenta y que dichos puntos de intensidad máxima se desplazan a la izquierda, en la dirección de los ángulos de ataque decrecientes, cuando aumenta la velocidad relativa del viento. Este aumento en la intensidad de la relación  $L/D$ , cuando aumenta la velocidad relativa del viento, puede ser atribuida a la reducción en la magnitud del coeficiente de arrastre  $C_D$ , permaneciendo casi sin alteración el coeficiente  $C_L$ . En 420 la experimentación con secciones de ala se ha visto que el coeficiente de arrastre  $C_D$  es el coeficiente más afectado cuando aumenta la velocidad del viento, y que dicho coeficiente se reduce progresivamente cuando aumenta la velocidad, siendo el porcentaje de disminución mayor a menores ángulos de ataque (véase 425 la obra "Propiedades de las Alas y Cuerpos Aerodinámicos", de Arthur W. Judge, editada por Whittaker & Co., en 1917). El cambio de velocidad máxima, y su posición en la curva  $L/D$ , cuando aumenta o disminuye la velocidad del viento, podrán ser calculados de antemano hallando el número Reynolds de la sección 430 de ala, a la correspondiente velocidad de viento cambiada, pues el número Reynolds es un coeficiente no dimensional usado como la medida de la escala dinámica de un flujo. En los Informes Técnicos del National Advisory Committee for Aeronautics se ofrecen tablas y curvas de secciones de alas aerodinámicas, 435 arregladas de tal modo que se las puede aplicar a cualquier velocidad. En dichos informes se calculan los coeficientes no dimensionales. 440

168731

$$C_L = \frac{\text{Elevación}}{\rho/2V^2c}$$



y.

$$C_D = \frac{\text{Arrastre}}{\rho/2V^2c}$$

445 en que  $\rho$  es la densidad del aire,  $V$  es la velocidad y  $c$  es el largo de la cuerda, están calculadas contra el número Reynolds  $Vc/\mu$ , en que  $\mu$  es el coeficiente de viscosidad del aire. Así, para cualesquier ala y velocidad de viento dadas bastará simplemente calcular el número Reynolds, determinar  $C_L$  y  $C_D$ , y determinar después la relación de  $C_L/C_D = L/D$ , calculándose  $C_L$  y  $C_D$  contra el número Reynolds de dichos informes.

450 Un detalle notable de las curvas ilustradas en la Fig. 7 es que todas las curvas  $L/D$  de las diferentes velocidades de viento pasan virtualmente por el mismo punto cero que corresponde al mismo ángulo de ataque  $A_0$ . Se ha visto que con aspas de molino como las ilustradas en las Figs. 4 y 5, con paso constante, se obtiene la capacidad máxima de energía cuando el ángulo de paso  $P$  es igual en magnitud al ángulo de ataque  $A_0$  que corresponde al ángulo de no elevación, estando ilustrado este ángulo en la Fig. 7 relativamente inalterado por la velocidad del viento. Hemos visto que una aspa de molino con ese ángulo de paso constante es más eficiente y posee mejores características de regulación de velocidad que otras aspas conocidas del mismo diámetro. Como estas aspas pueden ser expulsadas por matriz o acapilladas con facilidad, debido a su paso constante, se eliminan las dificultades antes experimentadas en la manufactura de aspas de molino de viento.

460 Debido al hecho de que las diferentes secciones del aspa de molino viajan a diferentes velocidades, y de que la forma y magnitud máxima de la curva  $L/D$  varían con diferentes velocidades del viento, se desea lograr que el paso de cada sección de aspa haga que su sección trabaje en el punto máximo de la curva correspondiente  $L/D$ , a las diferentes velocidades de sección

168731



20

15

475

del aspa. Por ejemplo, en las Figs. 15 y 16 es el ángulo de paso  $P_Y$  en cualquier punto del largo radial del aspa igual a:

$$P_Y = \text{Cotangente}^{-1} \left( \text{relación de velocidad de punta } \frac{L}{R} \right) - A,$$

siendo  $L$  la distancia entre el eje de rotación y el punto en que se toma la sección, siendo  $R$  la distancia entre el eje de rotación y la punta del aspa, correspondiendo esta distancia al radio  $R$  de la Fig. 5; y siendo  $A$  el ángulo de ataque, que corresponde al punto en que está en su maximum la curva  $L/D$ , con una velocidad de viento igual a la velocidad en el punto  $Y$ .

480

485

En tal caso, el aspa de molino que tiene la misma sección de ala a todo su largo, tendrá formado su paso, con relación a la forma de su curva  $L/D$  y a su velocidad, según se determina por la distancia desde el eje de rotación en la cual trabaja cada porción elemental del aspa tomada en secciones perpendiculares al eje del aspa y radiales al largo del aspa, cuando está en el punto máximo de su correspondiente curva  $L/D$ .

490

495

Por consiguiente, será ventajoso lograr que la sección transversal del aspa de molino tenga la forma aerodinámica correcta del ala, a fin de que se reduzca el coeficiente de arrastre cuando aumenta la velocidad del aspa, pues en tal caso se desplazarán las abscisas de los puntos máximos  $L/D$  de la curva hacia ángulos de ataque que corresponden al ángulo de elevación cero, y como resultado tenderá la curva de posiciones, que corresponde a la curva 6 (Fig. 6), a acercarse más a la vertical que las curvas obtenidas antes de este invento con las aspas que desarrollan grandes variaciones de velocidad con diferentes velocidades del viento.

500

505

La Fig. 8 muestra las características de ala de una aspa de molino que tiene sección transversal como la que muestra la Fig. 9, siendo conocida internacionalmente esta sección transversal como Rhode St. Genese No. 1, y corresponde a la sección de ala indicada por el No. 820 en el Informe No. 315 del National Advisory Committee for Aeronautics (1929), editado por la Im-

168731



510 prenta del Gobierno de los Estados Unidos. Lo mismo que en la Fig. 2, el ángulo de ataque  $A$  está trazado sobre la línea  $XOX'$ ; y las características  $C_L$  (coeficiente de elevación),  $C_D$  (coeficiente de arrastre), y  $L/D$  (relación de coeficiente de elevación a coeficiente de arrastre) están trazadas sobre la línea  $OY$ . Además, como parte del análisis gráfico (Fig. 2,) la serie de líneas de  $45^\circ$  de la Fig. 8 representa la relación  $B - A = P$  para las  
515 magnitudes de  $P$  expresadas por la designación de las respectivas líneas;  $- P = 0^\circ$ ;  $P = 10.5^\circ$ ;  $P = 12.5^\circ$ ; y  $P = 14.5^\circ$ .

520 Una aspa de molino con la sección de ala de la Fig. 9 y las propiedades correspondientes indicadas por la Fig. 8, dará el maximum de capacidad de energía cuando su sección de ala tiene un paso constante y uniforme de  $12.5^\circ$ , que corresponde a la línea  $P = 12.5^\circ$ , que pasa por el ángulo de no elevación  $A_0$ .

525 En la Fig. 8 muestra la curva  $U$ , además de las curvas mencionadas, una capacidad de energía obtenida experimentalmente de una aspa de molino con sección transversal tipo Rhode St. Genese No. 1, ilustrado en la Fig. 9, y que tiene un ángulo de paso constante de  $12.5^\circ$  trazado como función del ángulo de ataque  $A$ .

530 La curva  $U$  de la Fig. 8 está repetida en la Fig. 10 como la curva 13, estando trazada su capacidad de energía sobre la línea  $OY$  y la velocidad del aspa sobre la línea  $OX$ . Las curvas 14 y 15 de la Fig. 10 muestran respectivamente las características de capacidad de energía obtenidas con la sección Rhode St. Genese No. 1 desplazada respectivamente a ángulos de paso constantes de  $10.5^\circ$  y  $14.5^\circ$ , y con velocidad de viento de 20 millas por hora. Al comparar la curva  $U$  de la Fig. 8, o la curva 13  
535 de la Fig. 10, obtenidas con  $P = 12.5^\circ$ , con las curvas 14 y 15 obtenidas con  $P = 14.5^\circ$ , y  $P = 10.5^\circ$ , respectivamente, se verá claramente que la capacidad máxima ocurrirá cuando el ángulo de paso  $P$  es virtualmente igual a la magnitud absoluta del ángulo de ataque  $A$ , que corresponde al ángulo de ataque de no elevación  $A_0$ .  
540

168731

20



La Fig. 11 muestra las características de ala de una aspa de molino con sección transversal como la que se ve en la Fig. 12, y que se conoce internacionalmente como sección Göttingen No. 222, correspondiendo esta sección a la que se indica por el No. 224 en el Informe No. 124 del National Advisory Committee for Aeronautics (1928) editado por la Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos. Como en las Figs. 2 y 8, el ángulo de ataque  $A$  está trazado sobre la línea  $XOX'$ , y las características  $C_L$  (coeficiente de elevación),  $C_D$  (coeficiente de arrastre), y  $L/D$  (relación de coeficiente de elevación a coeficiente de arrastre), están trazadas sobre la línea  $OY$ . También, como parte del análisis gráfico, la serie de líneas de  $45^\circ$  representa la relación  $B - A = P$  para las magnitudes de  $P$  expresadas por la designación de cada línea, a saber:  $- P = 0^\circ$ ;  $P = 10.5^\circ$ ;  $P = 12.5^\circ$ ; y  $P = 14.5^\circ$ .

Una aspa de molino con la sección de ala de la Fig. 12 y las propiedades correspondientes de la Fig. 11, rendirá el maximum de capacidad de energía cuando la sección de ala tiene un ángulo de paso constante como de  $12.5^\circ$ , que corresponde a la línea  $P = 12.5^\circ$ , que pasa por el ángulo de no elevación  $A_0$ .

En la Fig. 11 muestra la curva  $V$  la capacidad de energía obtenida experimentalmente de una aspa de molino con sección de ala tipo Göttingen No. 222 y con ángulo de paso constante  $P = 12.6^\circ$ , trazada como una función del ángulo de ataque  $A$ , y estando trazada la capacidad de energía sobre la línea  $OY$ .

La curva  $V$  de la Fig. 11 está repetida en la Fig. 13, que muestra que las ordenadas de la línea  $OY$  indican capacidad de energía, y que las abscisas de la línea  $OX$  indican velocidad del aspa. Las curvas 16 y 17 muestran respectivamente la característica de capacidad de energía obtenida con sección tipo Göttingen No. 222, desplazada con ángulo de paso constante de  $10.5^\circ$  y de  $14.5^\circ$ , y con velocidad de viento de 20 millas por hora.

Las aspas de molino de viento de este invento están carac-

168732



575

terizadas por el hecho de que funcionan más eficientemente con ángulos de paso grandes y relaciones correlativamente altas de velocidad de punta sin carga como, por ejemplo, las relaciones mayores de 5 con dos aspas. Además, la torsión de estas aspas genelas es alta al tiempo de iniciar el arranque, debido a su gran ángulo de paso, de suerte que permiten que el generador eléctrico u otra máquina absorbadora de energía pueda estar acoplada permanentemente con el molino, sin que las aspas causen reflujos al arrancar, con la correspondiente pérdida de energía.

580

585

Cuando se acoplan las aspas de molino de las Figs. 3, 4 y 5 con el generador eléctrico u otra máquina absorbadora de energía que deba girar más rápidamente que el molino, la gran torsión de arranque desarrollada por las aspas hechas de acuerdo con este invento permitirán el uso de mayores relaciones de engranaje que cuanto podría lograrse de otro modo con el mismo objeto. En otras palabras, la transmisión de engranaje permanentemente conectada al molino podrá ser de diámetro relativamente grande con respecto al engranaje accionado permanentemente acoplado al generador eléctrico o su equivalente. Se debe esto a que en las aspas de molino de este invento, la torsión de arranque desarrollada inicialmente desde la posición inmóvil es tres o cuatro veces mayor que la torsión inicial desarrollada en las aspas de esta clase ya conocidas; y como resultado, esta mayor torsión domina a la mayor torsión de arranque del generador eléctrico u otra máquina absorbadora de energía, cuando se aumenta la relación de engranaje.

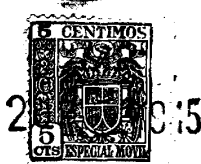
590

595

600

605

Como se verá en las Figs. 3, 9 y 12, las secciones de ala internacionales aquí descritas como adecuadas para uso con este invento son excepcionalmente gruesas. Cada una de estas figuras muestra una de las secciones de ala internacionales relacionada con la línea de abscisas OX y la línea de ordenadas OY, que indican respectivamente el largo y altura de la sección en porcen-



168731

tajes del largo de la cuerda tangente a la cara delantera de la sección y del mismo largo de esta.

Las siguientes tablas indican las dimensiones de cada una de estas tres secciones de ala. En cada tabla, la Columna 1 da el punto de medida horizontal en tanto por ciento del largo de dicha cuerda. Las Columnas 2 y 3 dan la altura en tanto por ciento del largo de la cuerda con respecto a las superficies de arriba y abajo de la sección en los puntos particulares del largo de sección indicado en la Columna 1.

615 TABLA 1 - Sección Eiffel 386 (Fig. 3):

	<u>Columna 1</u>	<u>Columna 2</u>	<u>Columna 3</u>
	0	6.74	6.74
	1.25	9.10	5.10
620	2.5	10.45	4.18
	5	12.35	2.85
	7.5	13.70	1.98
	10	14.72	1.39
	15	16.29	0.52
625	20	17.43	0.14
	30	18.26	0.49
	40	17.92	1.67
	50	16.32	2.36
	60	14.10	2.43
630	70	11.46	2.36
	80	7.96	1.74
	90	4.24	1.04
	95	2.00	0.52
	100	0.00	0.00

635 TABLA 2 - Sección Rhode St. Genese 1 - (Fig. 9):

	<u>Columna 1</u>	<u>Columna 2</u>	<u>Columna 3</u>
	0	13.50	13.50
	1.25	16.40	9.65
	2.5	18.50	7.00
640	5	21.00	5.13
	7.5	22.50	3.63
	10	23.75	2.63
	15	25.36	1.37
	20	28.13	0.50
	30	26.25	0.00
645	40	25.25	0.63
	50	22.50	1.38
	60	19.00	2.00
	70	15.00	2.63
	80	10.38	2.76
650	90	5.50	2.00
	95	3.00	1.25
	100	0.00	0.00



168731

TABLA 3 - Sección Göttingen 222 - (Fig. 12):

	<u>Columna 1</u>	<u>Columna 2</u>	<u>Columna 3</u>
655	0	5.50	5.50
	1.25	8.30	3.75
	2.5	9.70	3.10
	5	11.75	2.25
660	7.5	13.50	1.53
	10	14.80	1.05
	15	16.65	.40
	20	17.78	.10
	30	19.00	.50
665	40	18.75	1.55
	50	17.65	2.50
	60	15.75	3.20
	70	12.80	3.25
	80	9.40	2.73
700	90	5.20	1.75
	95	2.78	1.00
	100	.30	.00

En la práctica se comparan las secciones de ala, en cuanto al espesor, basándose en la relación entre el maximum de altura de la sección y su cuerda. Como se verá en las tablas precedentes, la relación de espesor de la sección Eiffel No. 386, Fig. 3, es de 18.26%; en la sección Rhode St. Genese 1, Fig. 9, esa relación es de 26.25%, y en la sección Göttingen 222 de la Fig. 13 la relación es de 19%. Desde luego, se prefiere que la sección sea gruesa, porque así será el aspa bastante fuerte para resistir las grandes fuerzas de torsión y corte de cizalla. Además, cuando gira el aspa a altas velocidades tiende a vibrar menos en dirección paralela al eje de rotación, de suerte que tenderá menos a producir ruido y trabajar defectivamente. Por otra parte, como estas aspas tienen dimensiones considerables, sus dimensiones son fácilmente aplicadas durante la manufactura, y si el aspa es del tipo de paso constante, será muy fácil producirla por expulsión en matriz, o acepillarla.

Es notable el hecho de que cada una de las secciones de ala de las aspas aquí ilustradas tiene una sección de superficie inferior virtualmente cóncava, hecha de modo que mira en la dirección del viento que se aproxima. En efecto, la sección Eiffel No. 386, Fig. 3, tiene una porción cóncava 18 y una convexa 19;



168731

201

725

la sección Rhode St. Genese 1, Fig. 10, tiene su porción cóncava 20 y su porción convexa 21, y la sección Göttingen No. 222, Fig. 12, tiene una porción cóncava 22 y otra cóncava 23. Se cree que las secciones de ala de eficiencia máxima en la acción de las aspas de molino se caracterizan por esta forma de sección; pero las reglas en cuanto al ángulo de paso, para uso de cualquier sección de ala en una aspa de molino, son de aplicación general.

730

Las aspas de molino de alta velocidad tienen al presente relaciones de espesor máximo no mayores de 12%. Nuestra investigación demuestra que las aspas de molino con cara substancialmente cóncavo-convexa que mira en la dirección del viento que se aproxima, deben tener su relación de espesor máximo en la escala

735

de 18.2% a 26.2%, para una acción satisfactoria. Estas altas relaciones de espesor permiten producir las aspas a menor costo que el usual hasta el presente. Por ejemplo, las aspas de molino de alta velocidad hechas al presente son demasiado delgadas para poder hacerlas huecas, y su costo total de manufactura es mayor que el de las aspas huecas hechas de conformidad con los presentes métodos de manufactura.

740

Desde luego, si se vencen mayores dificultades se podrán fabricar aspas huecas, pero como los momentos de inercia de sus secciones de ala serían menores relativamente, el espesor de las paredes, para una resistencia adecuada, tendrá que ser tan grande que la porción hueca de la sección de ala resultará correlativamente pequeña. Como resultado de estos problemas, se hacen las aspas de alta velocidad completamente macizas. En cambio, cuando el aspa de molino es guesa, los momentos de inercia de sus secciones de ala son relativamente grandes, y el espesor de las paredes es relativamente pequeño para una fuerza de resistencia dada, de suerte que el aspa queda hecha con una porción hueca substancialmente grande.

745

750

755

Estas aspas de molino huecas y de dimensiones relativamente grandes y de fácil manejo, son de manufactura barata. Por



168731

760 ejemplo, las alas de este tipo se pueden fabricar por expulsión de matriz, o laminadas sobre un cuerpo hueco virtualmente cilíndrico o elíptico arreglado de manera que pase entre matrices de formas adecuadas y debidamente espaciadas. Además, una aspa de este tipo y gran espesor podrá ser maciza, y se la podrá expulsar por matriz de modo que la corriente expulsada pase entre matrices moldeadoras de forma adecuada y debidamente espaciadas. Por otra parte, las matrices para formar estas aspás de molino huecas o macizas podrán ladearse como un todo con respecto al eje del material expulsado, y con relación de tiempo predeterminada respecto del movimiento del aspa, a fin de que las aspás así fabricadas tengan la misma sección transversal a todo su largo, pero que las secciones elementales queden desplazadas a diferentes ángulos, correspondiendo estos ángulos al ángulo de paso deseado para las aspás acabadas.

765

770

La Fig. 14 muestra un impulsor de aspa hueca con secciones de ala desplazadas a ángulos progresivamente menores en dirección desde el cubo 24 hacia la punta 25. Las secciones elementales de ala 26 son virtualmente de tañano y forma iguales, pero difieren en el ángulo de paso  $P_y$ , Figs. 15 y 16. En general, el ángulo de paso  $P_y$  es menor en la punta 25 que cerca del cubo 24, y podrá variar entre ambos puntos de un modo predeterminado. Por ejemplo, el ángulo de paso  $P_y$  podrá ser en cualquier punto del largo del aspa igual a: -

775

780 Cotangente  $^{-1}$  (relación de velocidad de punta  $\frac{L}{R}$ )  $^{-A}$ ,  
como se ha explicado antes.

El impulsor de la Figura 14 gira en la dirección de la flecha R, y su sección de ala es tipo Eiffel No. 386; pero se notará en las Figs. 15 y 16 que la sección elemental de ala 26 tiene su ángulo de paso hecho sobre el largo radial del aspa de conformidad con la fórmula y dada para  $P_y$ , siendo el ángulo  $P_y$  de la Fig. 16, que representa una sección cercana al cubo 24,

785



168731

790 mayor que el ángulo  $P_Y$  de la Fig. 15, que representa una sección  
cercana a la punta de aspa 25. En las Figs. 15 y 16 se indica  
el plano de rotación del aspa por la línea  $T-T'$ , la dirección  
del viento por  $W$ , y el ángulo  $P_Y$  como medido entre la línea  $T-T'$   
y la cuerda  $C-T'$ . En tal caso, las secciones elementales toma-  
das en las secciones perpendiculares al eje del aspa y radiales  
a su largo, trabajarán en su punto máximo sobre la curva  $L/D$ , y  
795 se compensa el hecho de que la curva  $L/D$  difiere con diferentes  
velocidades del viento, y que cada sección de aspa viaja a velo-  
cidad diferente según su distancia del eje de rotación. Pero  
como las secciones de ala aerodinámica tienen curvas  $L/D$  que se  
desplazan más y más a la izquierda con el aumento en la velocidad  
800 del viento, Fig. 7, el cambio en el ángulo  $P_Y$  desde cerca del  
cubo hasta la punta del aspa será relativamente pequeño en  
comparación con los cambios correspondientes que ocurren en las  
otras aspas de alta velocidad de tipos ya conocidos; y por estas  
razones, las aspas de molino que se hacen de conformidad con el  
805 presente invento son de manufactura mucho más fácil, en compara-  
ción con las aspas de tipos ya conocidos.

Toda esta explicación muestra los resultados obtenidos del  
uso de aspas de molino de viento hechas con secciones de ala de  
los mencionados tipos internacionales Eiffel No. 386 (Fig. 3)  
810 Rhode St. Genese No. 1 (Fig. 9), y Göttingen No. 222 (Fig. 12).  
Se obtienen resultados parecidos usando aspas de molino de vien-  
to hechas con secciones de ala internacionalmente conocidas, como  
las secciones Eiffel No. 403 y Göttingen No. 435, ilustradas en  
los Informes Nos. 206 y 124, respectivamente, del National Ad-  
815 visory Committee for Aeronautics (1928), editados por la Imprenta  
del Gobierno de los Estados Unidos. Todas estas secciones se  
caracterizan por sus dimensiones grandes de espesor, sus super-  
ficies cóncavo-convexas que miran en la dirección del viento que  
se aproxima, y su ángulo de paso relativamente grande, para efi-  
820 ciente acción cuando se las aplica a las aspas de molino de vien-



168731

to. Como consecuencia, el aspa de molino impulsor podrá tener secciones de ala de cualquiera de los tipos mencionados, que se pierden unas en otras a lo largo del aspa de impulsor, manteniéndose una superficie lisa exterior.

825 Las dimensiones grandes de espesor de las aspas de molino de viento huecas hechas de conformidad con este invento, con dichas secciones de ala aerodinámica, permiten usar un cuerpo de aspas pesado para alta resistencia, y estructura de paredes relativamente delgadas pero que tienen gran momento de inercia.

830 Además, el uso de tales secciones de ala en las aspas de molino permite hacer el ángulo de paso  $P$ , según el cual se desplazan las secciones con relación al plano de rotación del aspa, de modo que difiera dentro de una escala relativamente pequeña a lo largo del aspa. Este cambio relativamente pequeño en el ángulo de paso, llamado ladeo o adelgazamiento, sobre el largo radial del aspa, requerido para eficiente acción, hace que la manufactura de tales aspas sea más fácil que la manufactura de las aspas similares de alta velocidad ya conocidas, que requieren mayor ladeo o adelgazamiento para su eficiente acción.

840 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 1 de noviembre de 1943, bajo el nº. 508.616, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



168731

----- N O T A -----

----- oOo -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención, en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1º. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento, para poner en acción un generador eléctrico u otra máquina absorbadora de energía, teniendo dichos elementos motores una aspa con sección de ala aerodinámica hecha con tal paso que, cuando está el  
10 elemento motor inmóvil, el viento que pasa en una dirección virtualmente paralela a su plano de rotación virtualmente no crea ninguna fuerza en la dirección perpendicular a esa dirección del viento.

15 2º. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento, según el punto 1º, según las cuales dicha aspa tiene virtualmente la misma sección de ala todo su largo, y cada porción elemental del aspa tiene un ángulo de paso predeterminado, relacionado con la forma de la curva L/D de la sección de ala, que gira a una  
20 velocidad determinada por su distancia desde el eje de rotación, de modo que la porción elemental del aspa motriz es puesta en acción virtualmente cerca de su punto máximo en su correspondiente curva L/D.

25 3º. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento, según el punto 1º ó 2º, se-



1945

168731

gún los cuales dichos elementos tienen un número de aspas muy reducido, y cada aspa tiene una velocidad de punta sin carga mayor de 5, describiendo cuando menos una parte de su mitad exterior un ángulo de mas de 122 con el plano de rotación del elemento motor.

42. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento, según cualquiera de los puntos que preceden, según los cuales el aspa tiene porciones, sobre su largo radial, virtualmente iguales a la sección de ala aerodinámica, teniendo dichas porciones un ángulo de paso  $P_Y$ , en el punto Y del largo radial del aspa, igual a: -

$$P_Y = \text{Cot}^{-1} \left( \text{relación de velocidad de punta } \frac{L_Y}{L} \right)^{-1} A_Y,$$

en que  $L_Y$  es la distancia del eje de rotación a la punta Y; L es la distancia del eje de rotación a la punta del impulsor, y  $A_Y$  es el ángulo de ataque que corresponde al punto en que la curva L/D, trazada sobre una velocidad de viento igual a la velocidad del punto Y, está en su máximo.

52. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento, según cualquiera de los puntos que preceden, según las cuales cada aspa tiene una relación de largo de cuerda a radio en la escala de 7% a 11%.

62. Mejoras introducidas en los elementos motores movidos por el viento.



168731

Tal y como se ha descrito en la memoria  
que antecede, representado en los dibujos que se acompa-  
ña con los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de veintiocho hojas es-  
critas en máquina por una sola cara.

Madrid, 20 ENE. 1945

P. A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

163731



FIG. 1

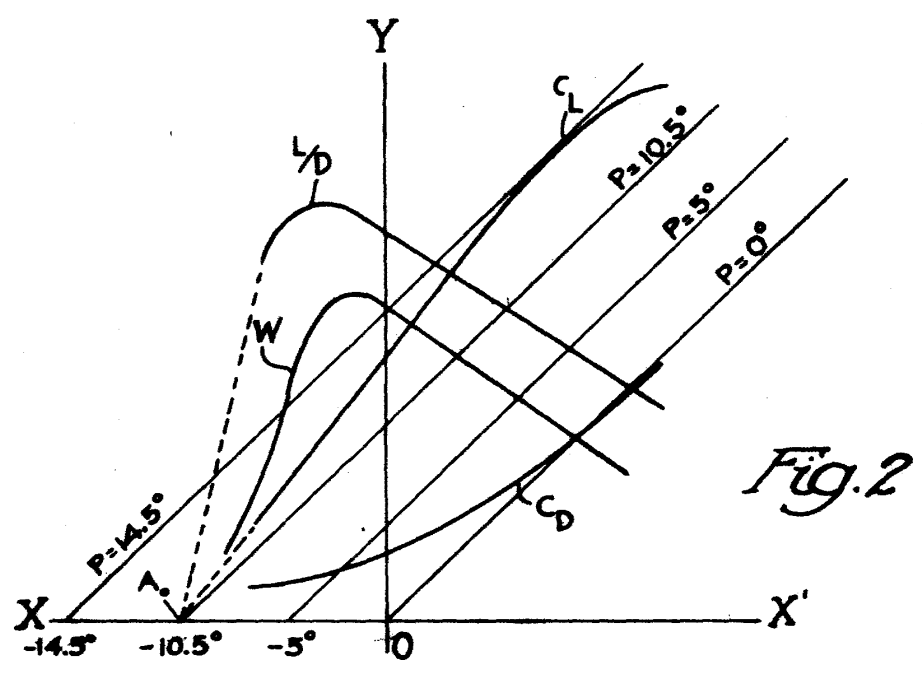
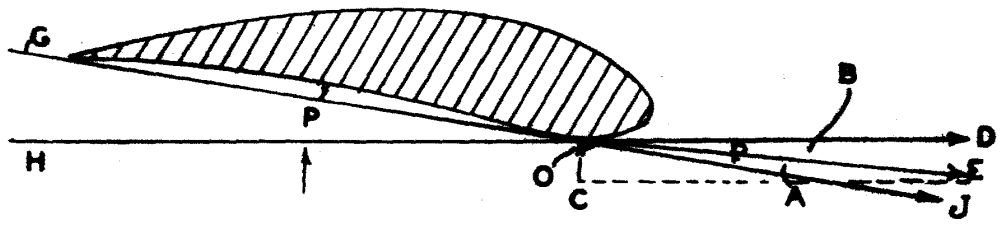
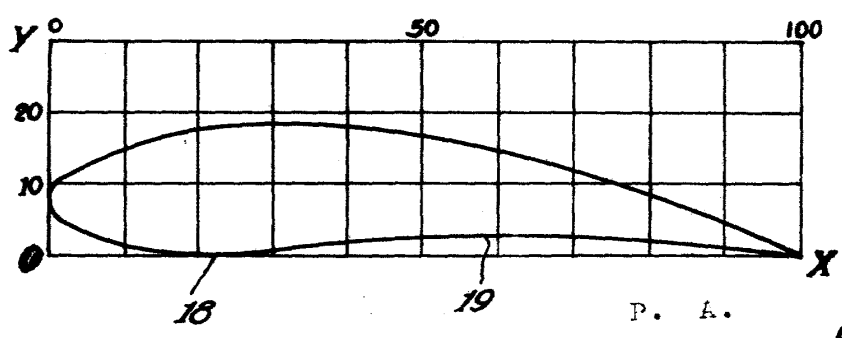


Fig. 2

Fig. 3.



*W. Wincharger*



168731

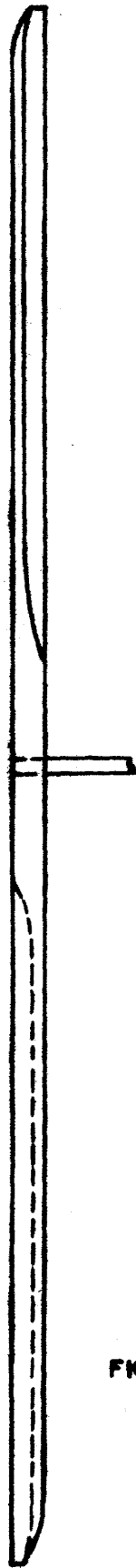


FIG. 4

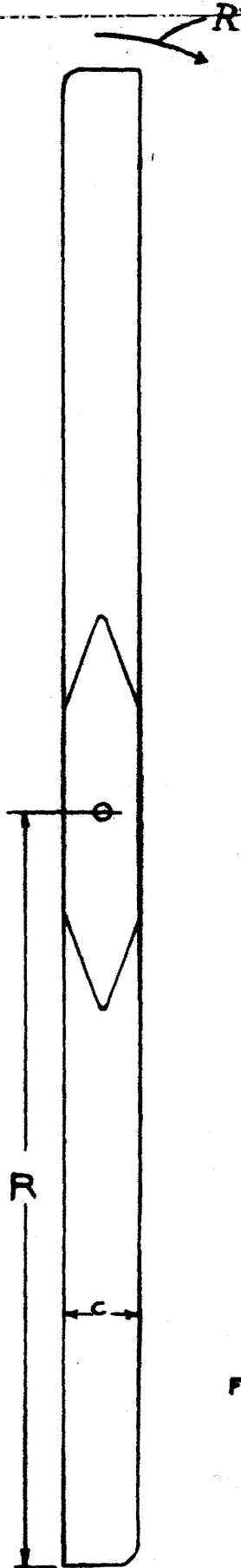
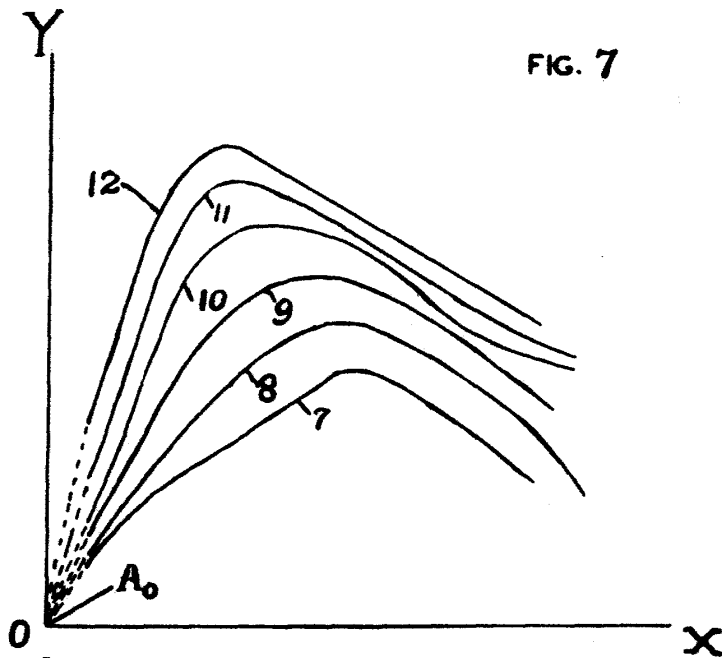
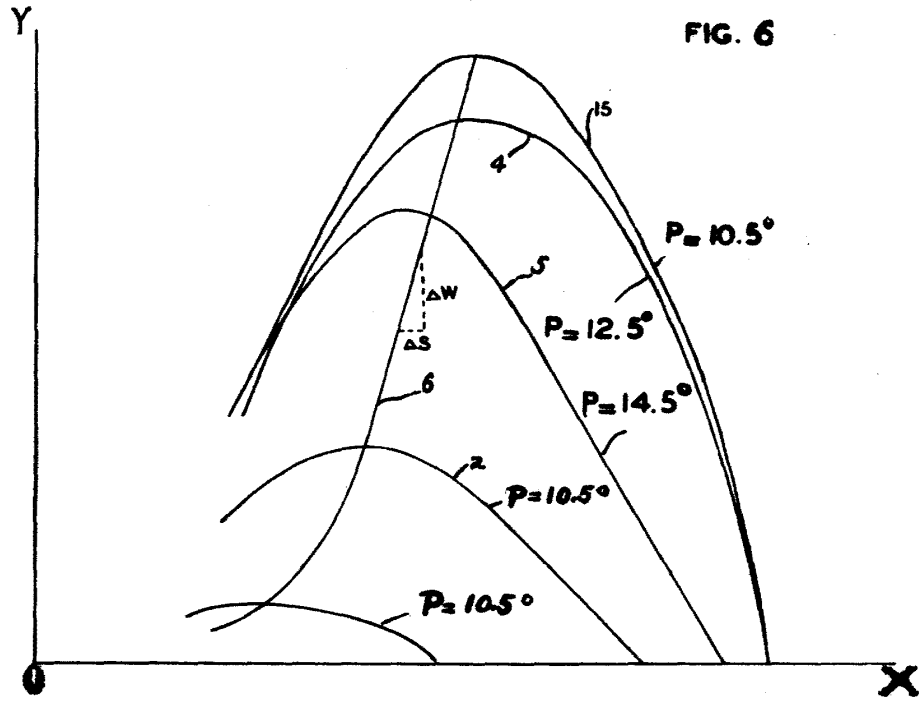


FIG. 5

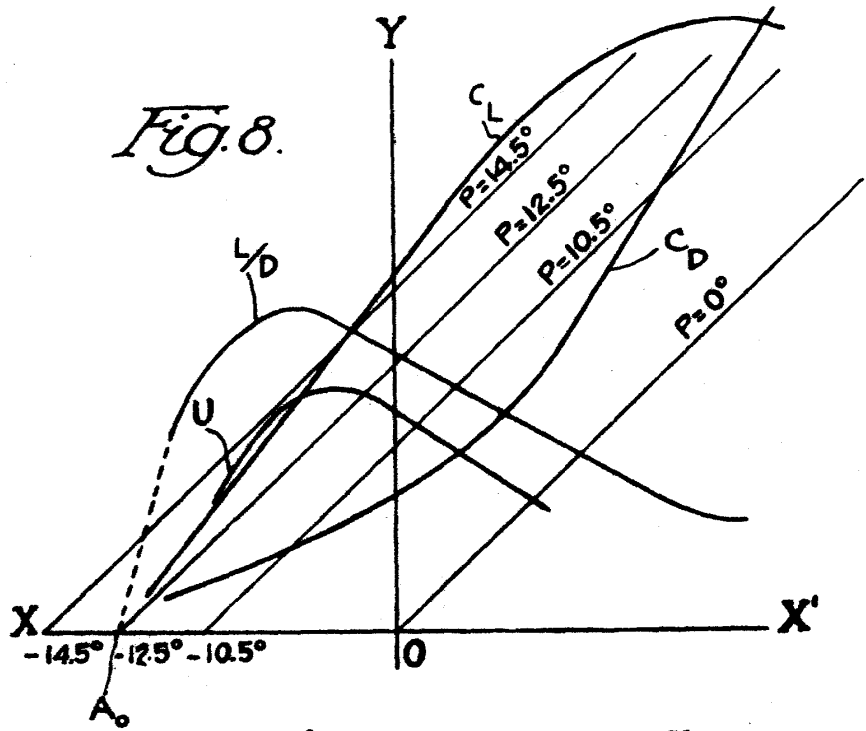
P. A.

168731

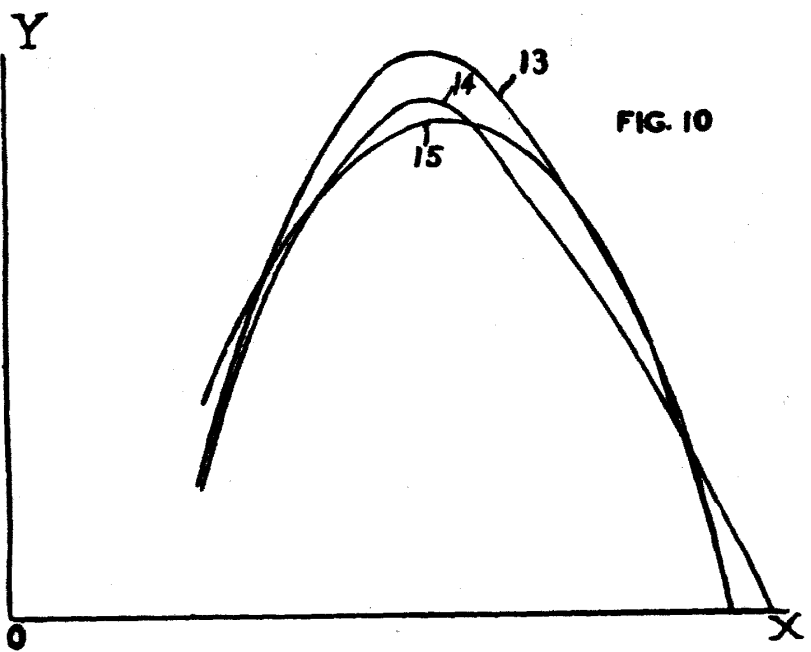
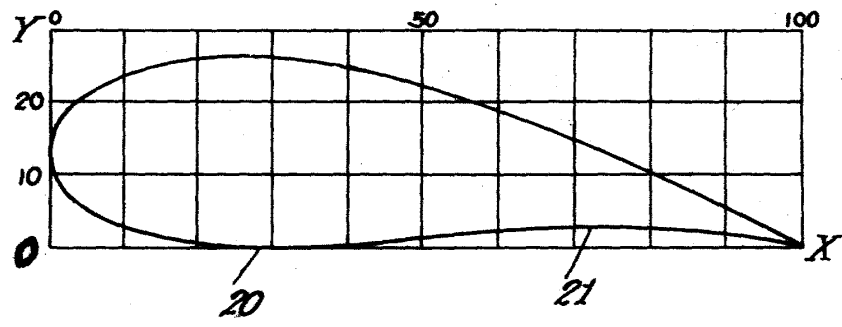


P. A.

168731



*Fig. 9.*



P. A.

168731



Fig. 11

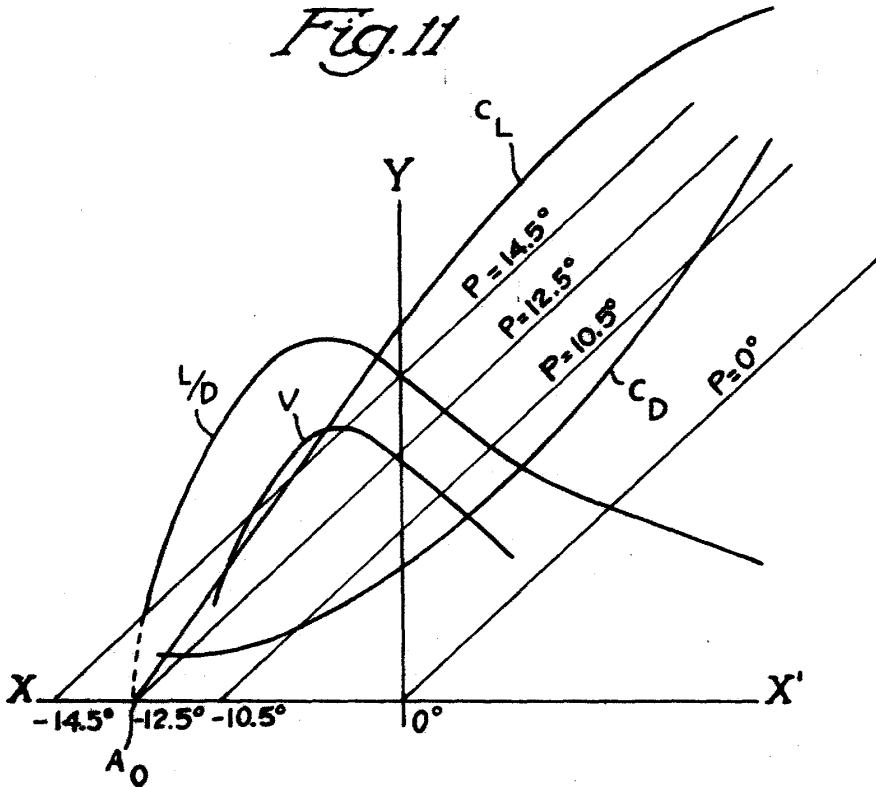


Fig. 12

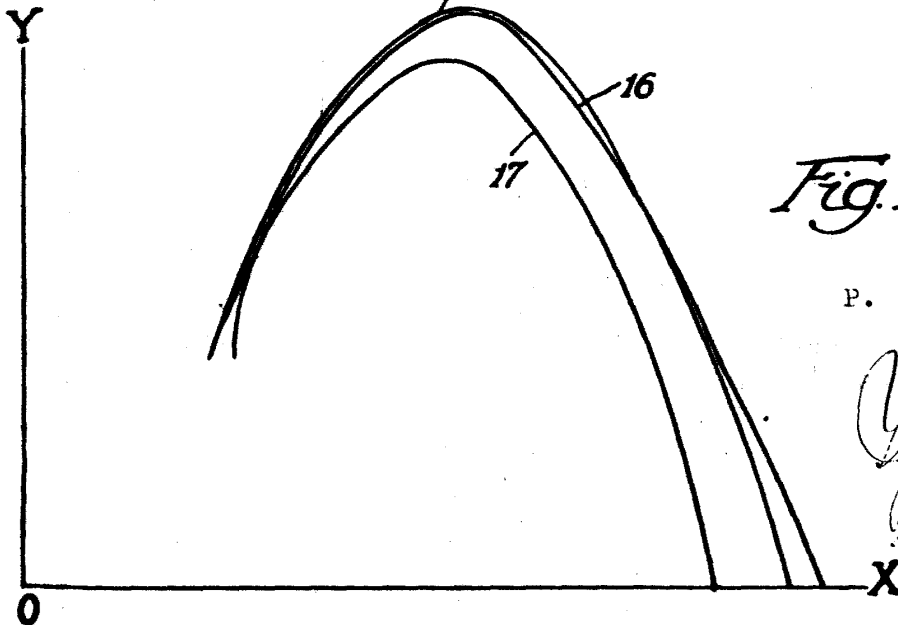
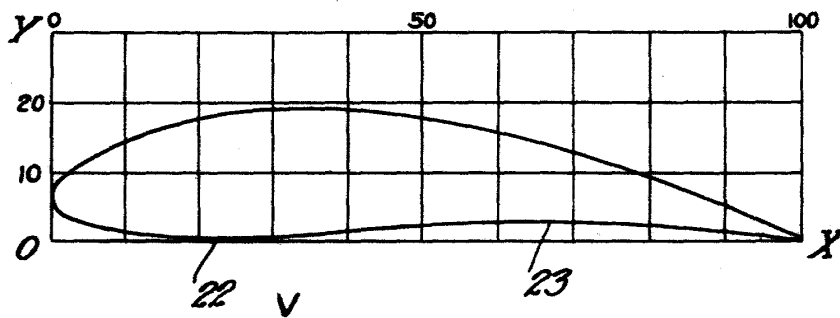


Fig. 13

P. A.

168731

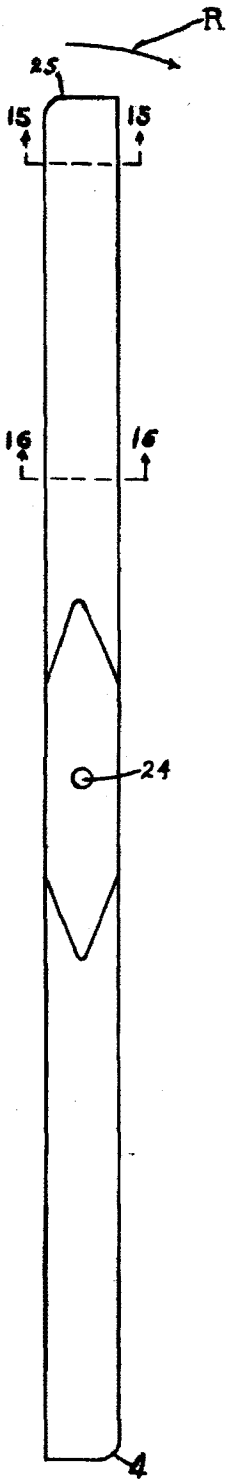


FIG. 14

FIG. 15

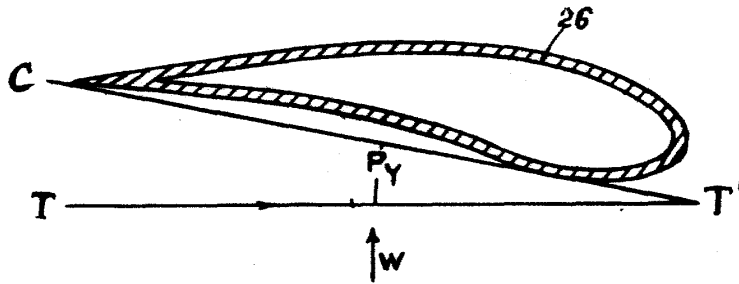
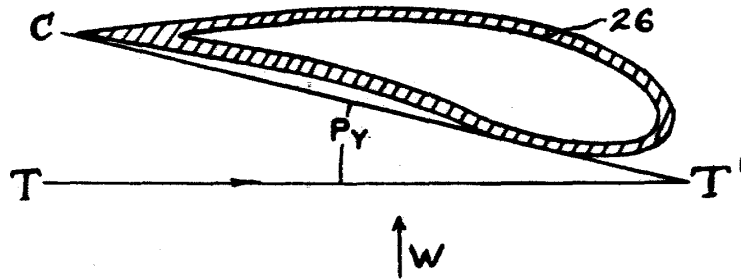


FIG. 16



P. A.

Albert