

330968



330968

Memoria descriptiva

para solicitar Patente de Invención en España

a nombre de

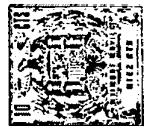
Maschinenfabrik Oerlikon, entidad suiza, establecida en Zürich -

Oerlikon, Suiza, por

"Un dispositivo acumulador de energía de rotación, especialmente para el accionamiento eléctrico de vehículos"

En la Patente suiza No. 242.086 se ha indicado un procedimiento para el accionamiento eléctrico de un vehículo sin el empleo de líneas aéreas, que utiliza para el accionamiento la energía almacenada en un volante montado con eje vertical en el vehículo. El volante, en los puntos de parada, es acelerado por la alimentación de energía eléctrica desde la red y, durante la marcha, cede, a través de la máquina, que trabaja ahora como generador, energía al motor del vehículo.

El volante que, según el tamaño del vehículo, tiene un peso de 200 a 2000 Kgs., funciona con la máquina eléctrica en una caja común cerrada de modo estanco a los gases, bajo vacío o en un gas ligero, como  $H_2$  o  $He$  bajo depresión, y el soporte, con el fin de garantizar pérdidas mínimas por rozamiento, se realiza en cojinetes de rodadura de alta calidad. Para los elevados números de revoluciones que entran en consideración, situados en el margen de 3000 a 12000 r.p.m.,



sólo procede emplear nodamientos de bolas de ejecución correspondiente para absorber la presión axial del rotor.

5 La disposición con eje vertical de la masa de volante ofrece toda una serie de ventajas importantes, tanto para la construcción como para el funcionamiento del vehículo. Ante todo, la disposición con eje ver- tical es importante para la movilidad del vehículo en las curvas puest que, al negociarlas, no se generan momentos giroscópicos que pondrían en peligro la capacidad de dirección del vehículo y solicitarían adicional- mente los cojinetes del grupo acumulador.

10 Para las condiciones del servicio normal, es suficiente disponer el grupo de modo movable en el vehículo, de tal modo que las posiciones inclinadas de aproximadamente 1:10 puedan ser absorbidas sin grandes fuerzas adicionales.

15 En el caso de vehículos urbanos, como autobuses para tráfico en calles, por ejemplo, con eje de rotación vertical del volante, éste o éstos, para ahorrar espacio, pueden disponerse debajo del piso del ve- hículo.

20 Un gran número de tales vehículos ha sido empleado en los servicios más diversos, por ejemplo, autobuses, tractores de clasificación y lo- comotoras de minas, habiendo demostrado a lo largo de un prolongado ser- vicio la utilidad práctica del sistema. Sin embargo, no se ha llegado a soluciones que, desde el punto de vista económico, permitan una compe- tencia con los medios de transporte tradicionales con alimentación por 25 líneas aéreas o con motores térmicos. Sobre todo, los equipos para la potencia que se le exige al acumulador eran demasiado pesados y, con ello, demasiado caros también, as potencias de los acumuladores eran demasiado pequeñas y el consumo de energía, finalmente, era demasiado grande. A ello se añadía el hecho de que no se logró configurar de tal modo el apoyo del volante que se alcanzara una duración útil su- 30 ficiente para el servicio. Teniendo en cuenta la importancia decisiva



de un soporte completamente seguro para tal grupo es claro que sólo un perfeccionamiento decisivo constituiría un remedio en este caso y podría ayudar al sistema a abrirse paso.

5 El presente invento se refiere a una disposición para tales volantes para la acumulación de energía, en especial para el funcionamiento de vehículos, que posee una gran capacidad de acumulación combinada con un peso favorable, pequeñas dimensiones y elevado rendimiento, al tiempo que se obtiene máxima seguridad y duración útil del apoyo del volante.

10 De acuerdo con el invento, en grupos acumuladores que, junto con una máquina eléctrica trabajan bajo depresión en una caja estanca a los gases y que están apoyados en rodamientos con escasísimas pérdidas, el volante está dispuesto con eje de rotación horizontal empleando simultáneamente números máximos de revoluciones en el margen preferible de entre 6.000 y 12.000 r.p.m., estando el grupo, en especial al emplearlo  
15 en vehículos, dispuesto giratorio en torno de un eje vertical. El eje de giro está apoyado elásticamente en sentido lateral con el fin de permitir movimientos relativos de aproximadamente más menos 10% con respecto al eje vertical.

20 El grupo acumulador está realizado simétrico con respecto al centro del volante de manera que ambos soportes sean cargados en igual medida. Con esta disposición se disponen ventajosamente dos máquinas eléctricas, una a cada lado del volante, lo cual facilita el enfriamiento de las máquinas que trabajan en vacío.

25 Las máquinas se hacen como máquinas sincrónicas homopolares con arrollamiento de excitación estacionario, sin arrollamientos sobre el rotor, pudiendo realizarse la alimentación de los motores, como se indica en la Patente suiza No. 244.759, desde una fuente de corriente continua a través de un inversor de válvulas y realizándose la cesión de energía a los motores del vehículo a través de rectificadores.

30 Esta disposición permite asimismo la recuperación de energía en



el frenado o en pendiente, como se ha indicado en la Patente suiza No. 242.086.

5 Se utilizan medios para impedir la dispersión magnética de los imanes excitadores sobre las partes de soporte y el volante. Se conocen como medios de esta clase pantallas magnéticas, piezas con elevada resistencia magnética, derivaciones magnéticas y bobinas deflectoras del flujo, y la caja se hace de un material no magnético.

10 La dimensión de los dos extremos de árbol se elige ventajosamente igual o menor que el diámetro del volante, de modo que la limitación geométrica del grupo en funcionamiento esté formada por un casquete esférico imaginario del mismo diámetro que la caja del volante.

15 La caja del grupo puede recibir forma esférica, que combina una gran resistencia con un peso mínimo. En una forma de ejecución del invento, el grupo esférico está dispuesto giratorio en todos los lados en un semi-casquete esférico montado en el vehículo, con interposición de elementos antifricción.

20 El volante y los dos muñones de eje laterales se forjan en una sola pieza, lo que trae consigo un gran número de ventajas para el aprovechamiento del material, el control y la mecanización del mismo, así como para la estabilidad en funcionamiento y la marcha carente de vibraciones.

En un procedimiento para el mayor aprovechamiento del objeto del invento, la rueda es centrifugada en las pruebas hasta más allá del límite de estirado.

25 Para los problemas de los medios de transporte de cercanías entran en consideración pesos de volante del orden de magnitud de 500 a 2.000 Kgs., siendo especialmente apropiados para el invento volantes de unos 1.000 Kgs. con diámetros exteriores de 800 a 1.200 mm, con el fin de sea aceptable el mayor espacio necesario del sistema de construcción con eje horizontal para los vehículos.

30

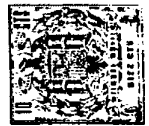


La fig. 1 muestra en sección el objeto del invento.

1 es el volante dispuesto centralmente con los dos muñones de árbol 2,3 que están apoyados en los rodamientos 4,5 en dirección horizontal, 6,7 son las dos máquinas eléctricas que en este caso se han mostrado como máquinas síncronas homopolares. 8,9 son los estatores con los arrollamientos de trabajo 10,11 y los arrollamientos de excitación estacionarios 12,13. 14,15 son los dos rotres carentes de arrollamiento de las máquinas homopolares. 16 es el grupo de forma esférica que está apoyado en el casquete esférico 17 con posibilidad de movimientos en todos los lados, estando el casquete 17 fijamente montado en el vehículo con ayuda de las patas 19. 18 es el eje vertical en torno del cual gira el grupo al negociar curvas y que está apoyado elásticamente en dirección lateral con objeto de permitir movimientos relativos de aproximadamente 10%. Esto puede hacerse por medio de una pluralidad de muelles 20 que están distribuidos en torno de un gorrón esférico 21 situado en la caja. También pueden emplearse máquinas asíncronas, máquinas de reluctancia o máquinas síncronas con arrollamientos giratorios.

Para poder decidir acerca de las ventajas, conseguidas con las medidas citadas, respecto al aumento de la capacidad de acumulación de los acumuladores de energía cinética con reducción simultánea del peso y del espacio ocupado y con aumento de la seguridad y de la vida útil de los apoyos, es necesario explicar brevemente algunos fundamentos para el cálculo de tales grupos acumuladores:

a) la capacidad de acumulación de un volante hecho de un material determinado depende, además del peso y de la configuración, sólo de la velocidad periférica  $V_{\perp}$  en m/s. Si se emplea un volante óptimo, consistente en un disco interior de igual resistencia y una corona exterior, con una sollicitación máxima admisible dada del material,  $\delta$ , en



Kg/cm<sup>2</sup>, para una velocidad periférica creciente, resulta una capacidad de acumulación específica creciente  $S$  en mkg/Kg en función de la velocidad periférica. La fig. 2 muestra la configuración de tales ruedas, de igual resistencia desde el anillo libremente portador hasta el disco con corona estrecha para diversas velocidades periféricas con  $\gamma = 3.000$  Kg/cm<sup>2</sup>. Los estudios técnicos muestran que la capacidad de almacenaje específica máxima que puede lograrse con un peso específico dado  $\gamma$  Kg/m<sup>3</sup> para un acero aleado, con  $\gamma = \frac{8350 \text{ Kg}}{\text{m}^3}$  asciende a:

$$S_{\max} = 1,25 \gamma \frac{\text{mkg}}{\text{Kg}}$$

Esta capacidad específica se alcanza a  $V_u = 10 \sqrt{\gamma}$  m/seg, no trayendo consigo un aumento ulterior de la velocidad periférica ningún aumento sustancial de la capacidad de acumulación específica.

La fig. 3 muestra el curso de la capacidad de acumulación específica en  $F(V_u)$  para el valor actualmente admisible con los aceros de  $\gamma = 5.000$  Kg/cm<sup>2</sup>.

La curva de la capacidad específica de acumulación en función de la velocidad periférica correá ahora desde el punto A, que corresponde a la capacidad de acumulación del anillo libremente portador  $S_R = 0,6 \gamma \frac{\text{mkg}}{\text{Kg}}$  y con  $V_u = 3,5 \sqrt{\gamma}$  m/seg, hasta el punto B, que corresponde al valor de acumulación máximo que puede lograrse ( $S_{\max}$ ). Si se prolonga la curva hacia abajo, corta la línea cero en  $V_{\min} = 1,4 \sqrt{\gamma}$  m/seg.

La capacidad de acumulación específica que puede lograrse para cada valor  $V_u$  puede expresarse, empleando los valores de  $S_{\max}$ ,  $V_{\max}$  y  $V_{\min}$  averiguados de las indicaciones anteriores, con buena exactitud, por la fórmula

$$S = S_{\max} \cdot \left( 1 - \frac{V_{\max} - V_u}{V_{\max} - V_{\min}} \right)^2 \text{ kgm/Kg}$$

Se ve aquí que lo más ventajoso es una zona de  $V_u = 400 - 600$  m/seg para la construcción de acumuladores cinéticos de energía, frente a los valores de 150 - 300 m/seg mencionados antes en la Patente suiza No. 242.086.



De acuerdo con el invento, el acumulador de energía se hace de acero con  $\gamma^* = 8350 \text{ Kg/m}^3$  para un valor de  $S = \gamma^* \cdot \epsilon = 20\%$  ( $S$  en m, en  $\text{Kg/cm}^2$ ), correspondiendo los valores más altos de  $S$  a mayores velocidades periféricas y los más bajos a valores correspondientemente más bajos.

El consumo de energía eléctrica en los terminales del motor en trayectos cortos para un autobus con accionamiento eléctrico de diseño óptimo, es decir, arranque sin pérdidas en resistencias al arranque y frenado por recuperación en condiciones desfavorables es de

$$\max. \frac{100 \text{ Wh}}{1. \text{ Km}} .$$

Para un omnibus urbano con peso cargado de 15 T son precisas, por tanto, en tráfico con trayectos cortos con muchas paradas aproximadamente 1,5 kWh/Km. Si se prevé cada 5 Km un punto de carga para la carga rápida, el acumulador de energía debe poder ceder 7,5 kWh por descarga. Utilizando 86% de la energía mecánica acumulable máxima ( $n = 100\%$  hasta  $n = 40\%$  del número máximo de revoluciones) y un rendimiento eléctrico del 87% incluidas las pérdidas por frotamiento, resulta de esto una energía mecánica acumulada máxima precisa de 10 kWh o  $3,68 \cdot 10^6 \text{ mkg}$ , para poder satisfacer la exigencia planteada. Si elegimos ahora el valor óptimo de  $S = \gamma^* \text{ mkg/Kg}$ , es decir, en el presente caso  $S = 5000 \frac{\text{mkg}}{\text{kg}}$ , resulta un peso de volante activo necesario de  $G = \frac{3,68 \cdot 10^6}{5000} = 736 \text{ Kg}$ , y una velocidad de  $V_u = 420 \text{ m/seg}$ , correspondiente al punto C de la curva de la fig. 3. Si se calcula un peso aproximado de 250 Kg de los dos rotores y de la parte de árbol, se ve que para el dimensionado de los soportes ha de contarse con un peso de rotor de 1000 Kg.

Si de entre las indicaciones de los fabricantes principales de cojinetes se seleccionan los cojinetes adecuados para ello, que garanticen una vida útil de 20.000 horas (unos 3 años), se llega al resultado de que, para un grupo con eje vertical y un cojinete axial co-



mo cojinete de soporte, puede elegirse el número máximo de revoluciones de  $n = 3.000$  r.p.m., mientras que con soporte horizontal según el invento, con cojinetes de rodillos, puede trabajarse con  $n = 8.000$  r.p.m.

5 La fig. 4 muestra las curvas de la capacidad portadora de rodamientos en función del número de revoluciones, al paso que la curva 1 es válida para cojinetes de bolas para carga axial y la curva 2 para cojinetes de rodillos.

Con  $v_u = 420$  m/seg y  $n = 3.000$  r.p.m., con apoyo vertical, resulta un diámetro de rueda de

$$10 \quad D = \frac{\frac{420}{3.000 \pi}}{60} = 2,67 \text{ m}$$

mientras que con apoyo horizontal y con  $8.000$  r.p.m., resulta un diámetro de

$$D = \frac{\frac{420}{8.000 \pi}}{60} = 1,00 \text{ m}$$

15 Si para la disposición vertical del eje se elige un cojinete y la carga axial debe ascender a  $1.000$  Kg a  $8.000$  r.p.m., la duración de tal cojinete sólo es de unas 100 horas, lo que muestra la imposibilidad de esta solución.

20 Otras construcciones de cojinete, por ejemplo, cojinetes de rodillos cónicos dobles, no son apropiadas para estos números de revoluciones y esta carga, ya que, en primer lugar, aparecen pérdidas muy grandes en comparación con los cojinetes de rodillos cilíndricos simples y, en segundo lugar, se necesitan una lubricación y un enfriamiento muy engorrosos, inapropiados para montaje en caja cerrada bajo vacío.

25 El ejemplo muestra claramente qué sorprendente reducción de las dimensiones y pesos y qué mejora de la vida útil de los cojinetes se consiguen por la disposición de acuerdo con el invento.

Gracias a la disposición de acuerdo con el invento resulta



5 posible en especial llevar a cabo la exploración eléctrica de medios de transporte sin líneas aéreas, pudiendo conseguirse resultados tanto desde el punto de vista económico como de explotación que hacen posible la competencia con los medios de transporte tradicionales con líneas aéreas o con motores térmicos.

Este perfeccionamiento es de la máxima importancia si se tiene en cuenta la polución, cada vez mayor, del aire de las ciudades a consecuencia de los gases de escape de los medios de transporte.

10 Con el fin de que el ruido de la máquina rapidísima no moleste a los viajeros, el grupo es recubierto con una envolvente insonorizadora evacuándose por medio de enfriamiento con líquido, al mismo tiempo, las pérdidas.

#### Reivindicaciones.

Se reivindica como de novedad y propiedad lo siguiente:

15 1º - Un dispositivo acumulador de energía de rotación, especialmente para el accionamiento eléctrico de vehículos, con un volante montado en una caja estanca a los gases, cuyo volumen gaseoso está bajo depresión, y con una máquina eléctrica combinada con este volante, realizándose el montaje sobre rodamientos, caracterizado porque el volante  
20 está dispuesto con eje horizontal, empleándose al mismo tiempo números de revoluciones en el margen de 6.000 a 12.000 r.p.m., estando el grupo acumulador dispuesto rotativo en torno de un eje vertical.

25 2º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque la máquina eléctrica combinada con el volante está hecha como máquina sincrona homopolar con arrollamiento excitador fijo y rotor exento de arrollamiento.

30 3º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque están previstas pantallas magnéticas apropiadas y derivaciones para mantener alejados los flujos de dispersión de los arrollamientos excitadores respecto de las partes de apoyo de la máquina y del volante.



4º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque la caja está hecha de material no magnético.

5 5º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque las pérdidas del grupo son disipadas por medio de refrigeración por líquido y, al mismo tiempo, la caja es revestida con una envolvente insonorizadora.

6º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque el grupo está hecho simétrico respecto al centro del volante, con disposición simultánea de sendas máquinas eléctricas a cada lado del volante.

10 7º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque la dimensión sobre los dos extremos de árbol es igual o menor que el diámetro del volante, realizándose la limitación geométrica del grupo en el servicio mediante un casquete esférico imaginario de igual diámetro que el diámetro del volante.

15 8º - Un dispositivo según el punto 7º, caracterizado porque la caja del mismo está hecha como casquete esférico.

9º - Un dispositivo según el punto 8º, caracterizado porque el grupo está dispuesto giratorio a todos los lados en un semi-casquete montado fijo en el vehículo, con interposición de elementos anti-fricción.

20 10º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque el volante y los dos muñones de árbol están forjados de una pieza.

25 11º - Un dispositivo según el punto 1º, caracterizado porque, con el fin de conseguir un aprovechamiento óptimo de las posibilidades de acumulación, se emplea un volante consistente en un disco de resistencia uniforme con corona que está dimensionado de modo que la capacidad de acumulación específica en  $\text{Kgm/kg}$  sea numéricamente igual a la sollicitación en  $\text{kg/cm}^2$ , siendo admisibles desviaciones en más o en menos de aproximadamente 20%.

30 12º - Un procedimiento para el aprovechamiento máximo del dis-

positivo acumulador de energía de rotación según el punto 1º, caracteri-  
zado porque el volante, con el fin de conseguir un mayor aprovechamiento  
del material es accionado en la prueba de centrifugación a números de  
5 revoluciones en exceso, que generan una sollicitación superior al límite  
de estirado del material.

13º - Un dispositivo acumulador de energía de rotación, espe-  
cialmente para el accionamiento eléctrico de vehículos.

Madrid, 31 Agosto 1966.  
P. e



Juan Manuel

330968

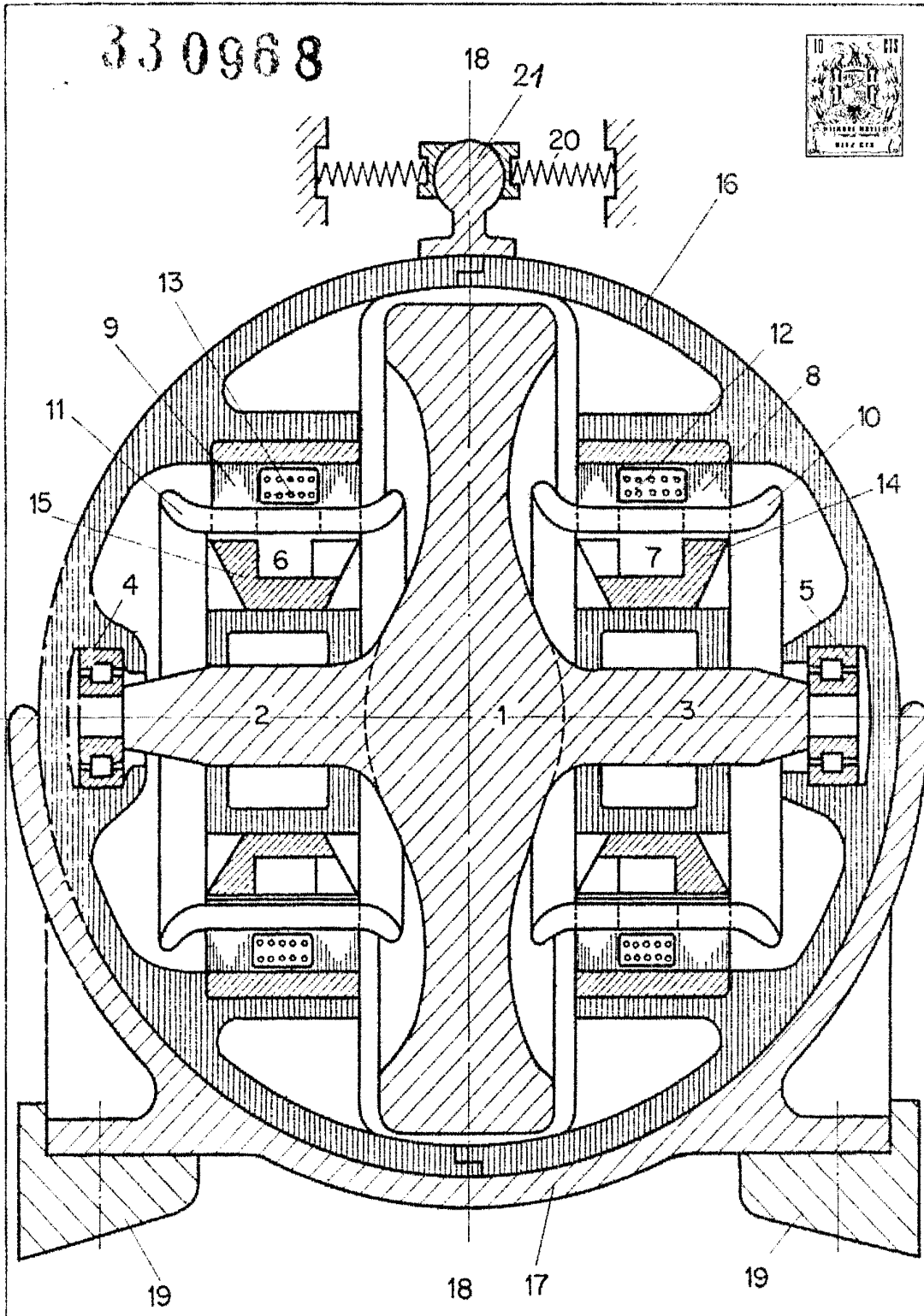


Fig. 1

( Escala variable )  
Majidi 15 September 1966. -  
P. a.

*Handwritten signature*

33 0968

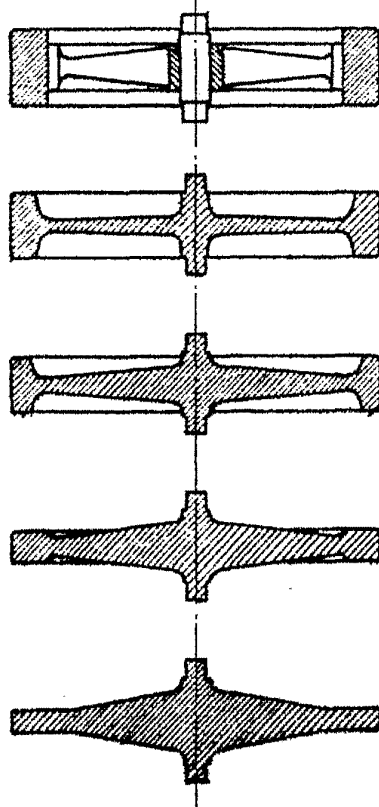
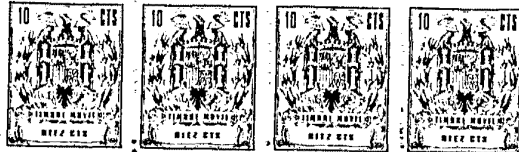


Fig. 2

( Escala variable )  
Madrid 15 Septiembre 1966.-  
P. a.

*Juan M. Uvalde*

15.9.1965

330308

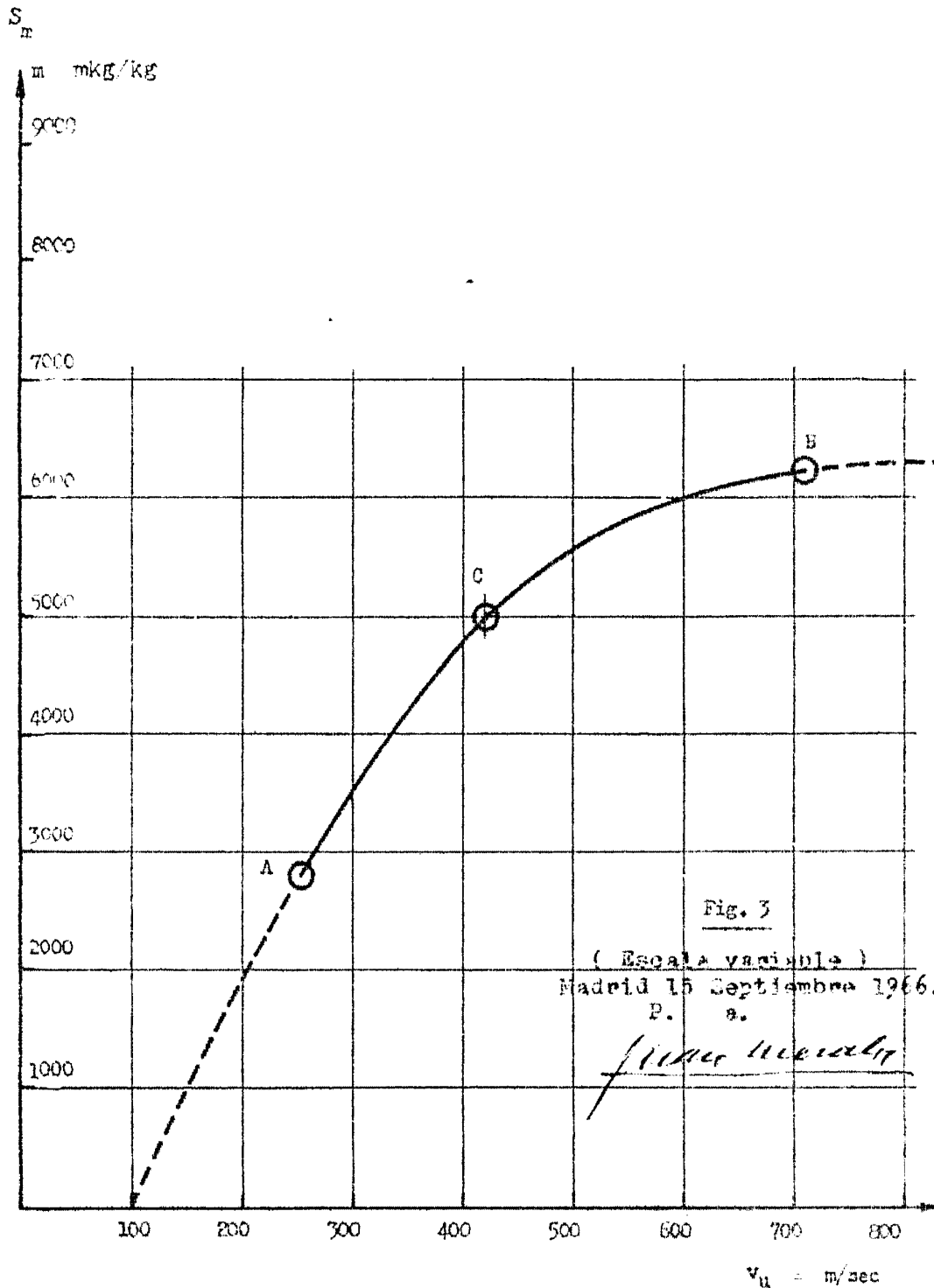


Fig. 3

(Escala variable)

Madrid 15 Septiembre 1966.

P. a.

*Juan Manuel*

13.9.1965

$V_u = \text{m/sec}$

33 096 8

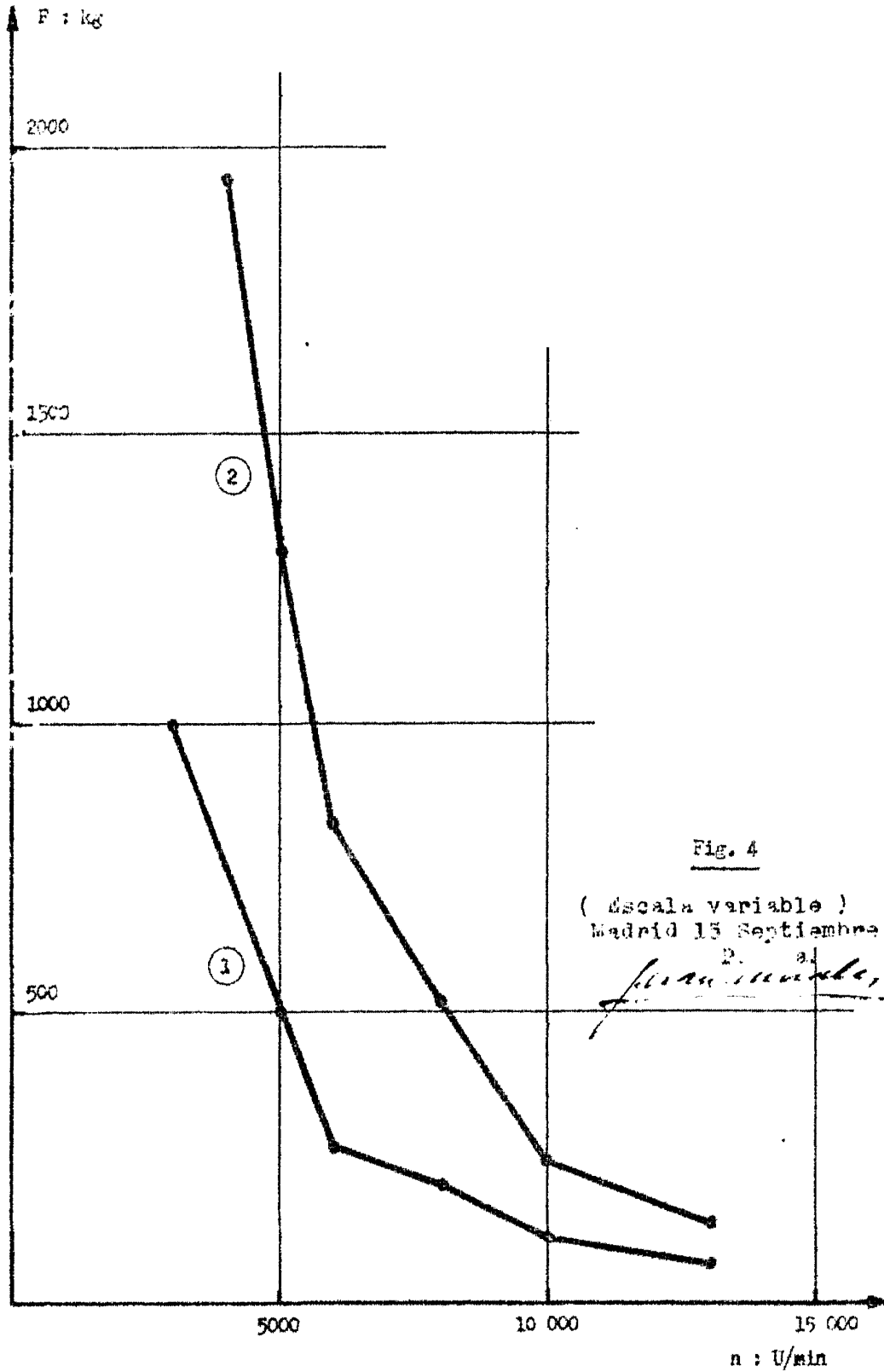


Fig. 4

( escala variable )  
Madrid 15 Septiembre 1966.-

*Juan Manuel*

10.9.1965