



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 6 de diciembre de 1.966, con el núm. 334.209

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de AKTIEN-GESELLSCHAFT", WESER", entidad alemana, establecida en Werftstrasse 160, Bremen, República Federal Alemana, por:

"UN PROCEDIMIENTO Y DISPOSICION PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE LA PROPULSION EN BUQUES DE ALTURA CON PROPULSION POR HELICE"

Es sabido que el rendimiento total de la propulsión puede ser descompuesto en tres partes, a saber:

En el rendimiento de la hélice η_p en marcha libre de la hélice, en el grado de influencia del barco ζ_s , constituido por el índice de corriente de succión

5

9.2.67.



y de corriente concomitante,

y en el grado de calidad ξ_a de la disposición,

5 de modo que el rendimiento total de la propulsión puede ser representado de la manera siguiente:

$$\xi_o = \eta_p \cdot \xi_a \cdot \xi_s \cdot$$

El grupo de factores $\eta_p \cdot \xi_a$ representa, en comparación con el rendimiento de la hélice en marcha libre, el rendimiento de la hélice en el campo de velocidad perturbado por el barco, es decir, el rendimiento de la hélice detrás del barco. En los barcos de una sola hélice alcanza el factor ξ_a generalmente valores >1 , mientras que en barcos de dos hélices alcanza, por el contrario, valores de <1 , es decir, que en los barcos de una hélice las irregularidades de circulación concomitante características mejoran el rendimiento de la hélice detrás del barco con relación al rendimiento de la hélice en marcha libre, mientras que estas irregularidades de circulación concomitante empeoran en barcos de dos hélices el rendimiento de las hélices detrás del barco con relación al rendimiento de las hélices en marcha libre. Por otra parte son las irregularidades de la circulación concomitante, que repercuten en los barcos de una sola hélice de manera positiva en cuanto a rendimiento, origen de perturbaciones en el funcionamiento (vibraciones, cavitación, etc.), debido a no poder ser controladas. Ahora bien, estas consecuencias son parecidas también en barcos de varias hélices.

30
9.2.67.

El origen de la mejora o empeoramiento del ren



dimiento es achacable a una cierta acción de ala batiente en la pala de la hélice, acción que puede tener una repercusión positiva o negativa.

5 Con objeto de evitar los factores de perturbación, se suele procurar generalmente en la construcción naval el hacer los campos de corriente concomitante correspondientes lo más uniformes posible, evitando con ello vibraciones y erosiones de la hélice. Al mismo tiempo significa este empeño - al no diferir ya el campo de
10 afluencia en el lugar de la hélice sustancialmente de la afluencia homogénea en el ensayo de marcha libre de la hélice - el que entonces se reduce el grado de calidad de la disposición, que alcanza aproximadamente la magnitud de 1,0.

15 Con respecto al grado de influencia del barco $\int_S = \frac{1 - \gamma^2}{1 - \gamma}$, resulta en realidad más que compensada la pérdida de rendimiento total con ello producida, puesto que en una afluencia simétrica rotativa hacia la hélice el índice de aspiración desciende fuertemente,
20 mientras aumenta fuertemente el índice efectivo de corriente concomitante. No obstante sería deseable hacer que también en este caso aumentase también de nuevo el grado de bondad de la disposición, sin que las relaciones se hagan incontrolables, de modo que se produzcan
25 nuevamente las perturbaciones de funcionamiento impedidas originalmente por la simetría de rotación.

Ahora bien, en la bibliografía existe ya también la comprobación de que además de las oscilaciones reales de empuje causantes de daños, motivadas por la
30 corriente y, por consiguiente, incontrolables, existen

9.2.67.



también las así denominadas oscilaciones falsas de empuje, y que estas oscilaciones falsas de empuje no originan por lo general perturbaciones del funcionamiento del tipo descrito.

5 El invento descrito a continuación se basa en el conocimiento de que las citadas oscilaciones de empuje, no motivadas por la corriente (falsas), de la instalación de máquinas de un barco propulsado por motores de combustión de émbolo, son provocadas como consecuencia de pequeños movimientos axiales de la transmisión y, por consiguiente, actúan sobre la hélice. Se ha comprobado asimismo que las oscilaciones falsas de empuje en instalaciones de propulsión por turbinas pueden ser generadas, debido a coincidir la frecuencia de flexión de la pala de la hélice con oscilaciones armónicas más altas de las oscilaciones reales de empuje. Se ha reconocido finalmente, que las repercusiones perjudiciales de las oscilaciones falsas de empuje únicamente son de esperar en zonas relativamente muy pequeñas de los valores determinantes (amplitud, posición de fase, frecuencia y marcha de la frecuencia) de estas oscilaciones, y en relaciones determinadas de estos valores determinantes entre sí.

15 A base de estos conocimientos, se encontró el invento ante el problema de aprovechar tales oscilaciones falsas de empuje para elevar el grado de calidad de la disposición y, con ello, para mejorar el rendimiento de la propulsión. El invento parte del hecho de que las oscilaciones falsas de empuje pueden ser generadas artificialmente en zonas controlables, de manera premeditada y dosificada, pudiendo hallar aplicación para ello

30 9.2.67.



elementos de regulación conocidos.

Para alcanzar el fin propuesto, se propone un procedimiento. Este procedimiento se caracteriza fundamentalmente por la generación artificial de oscilaciones axiales que repercuten en el árbol de popa y que provocan oscilaciones falsas de empuje independientes del campo de velocidad de afluencia de la hélice, y porque estas oscilaciones axiales pueden ser ajustadas en su posición de fase, amplitud, frecuencia y marcha de la frecuencia, a los valores correspondientes de las oscilaciones reales de empuje motivadas por la corriente, siendo regulables de tal modo, que las oscilaciones falsas de empuje contrarrestan las reales y aumentan el empuje axial medio. Por consiguiente se evita también que se eleve la cuantía absoluta de las oscilaciones reales de empuje.

El aumento del grado de calidad de la disposición posible mediante la aplicación de este procedimiento, se explica por el hecho de que la hélice rotativa y oscilante axialmente, no responde a las condiciones de la hélice en marcha libre en cuanto a sus relaciones de corrientes, de lo que resulta un desplazamiento de la curva de rendimiento en el sentido de

$$\eta_{pbarco} = \eta_p \cdot \xi_a$$

con $\xi_a > 1$. Con ayuda de aparatos de medición del empuje conocidos (por ejemplo, conforme a la patente nº. 1.006.626), se puede mantener siempre bajo control la repercusión sobre el empuje de las oscilaciones axiales generadas premeditadamente. Ahora bien, a este respecto hay

30
9.2.67.



que distinguir entre oscilaciones axiales que, con relación a la frecuencia de oscilaciones de flexión de las palas de la hélice, son a) inferiores a críticas, b) críticas, o c) superiores a críticas.

5 Para la resistencia umbral a la flexión de las palas de la hélice, se pueden mantener los casos a) y c) dentro de límites inofensivos. El invento prevé para ello que las oscilaciones axiales artificiales que originan las oscilaciones falsas de empuje, sean generadas en una gama no resonante de frecuencia y amplitud, inofensiva para el buque y la hélice, y provoquen una variación de la característica de empuje y de momentos del diagrama de marcha libre de la hélice. En el caso b) tiene que estar garantizada la seguridad correspondiente de la sección transversal del núcleo contra rotura por fatiga en la región de resonancia, es decir, que la seguridad ha de alcanzar, de la manera usual, el factor 2. Esto puede ser tenido en cuenta sí, conforme a otro complemento del procedimiento de acuerdo con el invento, la frecuencia de excitación de las oscilaciones axiales artificiales es ajustable a la frecuencia de oscilación propia de las diversas paletas de la hélice, y la amplitud artificial de la oscilación de excitación lo es hasta el límite de seguridad para la resistencia umbral ante la flexión continua de las paletas de la hélice. Como las amplitudes y fuerzas correspondientes son también dependientes de la excitación en la zona de resonancia, viene dada esta posibilidad a través de la medición sin inercia del empuje. Esto último ocurre también en los casos a) y b). También pueden ser utilizados los valores de salida de la disposición de me-

10

15

20

25

30

9.2.67.



dición del empuje como valores de entrada para una regula-
ción por vía electrónica de la magnitud y frecuencia de
la excitación, así como de su posición de fase. Empleando
órganos reguladores apropiados, en sí conocidos, puede el
5 procedimiento conforme al invento ser aplicado finalmente
también para ajustar las oscilaciones axiales generadas
artificialmente, en cuanto a posición de fase, amplitud,
frecuencia y marcha de la frecuencia, de tal modo a los
valores correspondientes de las oscilaciones reales de em-
10 puje, que las oscilaciones axiales generadas artificial-
mente anulen de manera óptima las oscilaciones de empuje
reales.

Para la generación artificial de las oscila-
ciones axiales, existen ahora diversas posibilidades.
15 Una producción especialmente apropiada de las oscilacio-
nes falsas de empuje se consigue conforme al invento,
por el hecho de que la generación artificial de las osci-
laciones axiales se provoca por la regulación momentánea
periódica, en sí conocida, de las palas de una hélice
20 ajustable, a través del golpe de empuje con ello produci-
do. Muchas veces parece ser ventajoso (marchas lentas al
atracar y desatracar) que a las secciones transversales
de la hélice afluya corriente en dirección de afluencia
cero, mientras el rendimiento de la propulsión adopta va-
25 lores superiores a cero por las oscilaciones axiales pe-
riódicas, generadas artificialmente.

Una generación prácticamente ventajosa de
las oscilaciones axiales artificiales puede conseguirse
también uniendo el árbol de popa con un excitador de os-
cilaciones axiales y un aparato de medida de las oscila-
30
9.2.67.



5 ciones axiales, cuyos valores de medida representan valores de referencia para los impulsos de mando del excitador de oscilaciones axiales a efectos de regular la posición de fase, la amplitud, la frecuencia y la marcha de la frecuencia de las oscilaciones axiales generadas artificialmente.

10 Para el mando del excitador de las oscilaciones axiales artificiales, son apropiados, sobre todo, aparatos de mando electrónicos, en si conocidos y tales como los que ya han sido mencionados, cuyo estado de desarrollo actual hace posible toda clase de mandos deseados, de modo que, por ejemplo, los valores de medida del aparato
15 medidor del empuje axial pueden ser transformados directamente en impulsos de mando para la regulación del excitador de oscilaciones axiales, por medio de tales aparatos de mando electrónicos.

20 El empleo de oscilaciones axiales artificiales para originar las oscilaciones falsas de empuje en zonas controladas de su amplitud, posición de fase, frecuencia y marcha de la frecuencia, presupone que las oscilaciones axiales sean mantenidas alejadas de la instalación de máquinas. Se ha previsto, por lo tanto, disponer entre el soporte de presión y la instalación de máquinas un órgano elástico en sentido axial. Este órgano
25 elástico tiene que estar hecho de forma que, si bien transmite con rigidez a la torsión, sea blando axialmente.

30 Con estos medios conforme al invento que han sido descritos, resulta posible, además de conservar las demás ventajas de una afluencia simétrica rotativa (grado elevado de influencia del barco), alcanzar también mag
9.2.67.



nitudes notables de aumento del grado de calidad de la
disposición ($\gt 1$).

Para completar las explicaciones precedentes,
hay que agregar que en el caso de la afluencia no absolu-
tamente simétrica rotativa, a la hélice por frecuencia,
5 amplitud y posición de fase de las oscilaciones falsas de
empuje respecto a las oscilaciones reales de empuje, se
pueden superponer estas últimas de tal modo con las prime-
ras, que pueda alcanzarse indudablemente un mínimo de os-
10 cilaciones de empuje mediante esta disposición. Es sabido,
por ejemplo, que para pozos de hélice cerrados, el máximo
de empuje se consigue en hélices rotativas de cuatro pa-
las, cuando dos de las palas están verticales, y dos hori-
zontales. Como la repercusión de un pequeño movimiento
15 axial de la hélice y de toda la transmisión hacia atrás
proporciona, prácticamente sin inercia y momentáneamente,
un golpe de empuje hacia adelante, resulta posible provo-
car el movimiento axial con 45° de posición de fase, por
ejemplo, respecto al golpe de empuje axial de las oscila-
20 ciones reales de empuje, anulando nuevamente la caída de
empuje de las oscilaciones de empuje reales allí produci-
da, mientras que debido a la oscilación hacia atrás del
sistema a la posición de partida, se reduce correspondien-
temente la punta de empuje de la oscilación real de empu-
25 je. Con ello se produce, una vez ajustada la instalación,
un empuje óptimo, exento de oscilaciones. Si el empuje
es de por sí uniforme, entonces se puede, por medio de
la marcha de la frecuencia de la oscilación excitadora
del golpe de empuje, por ejemplo, ascendente en forma
30 muy inclinada hacia atrás y descendente suavemente hacia

9.2.67.



adelante, aumentar dentro de ciertos límites el empuje total, que está acoplado con la velocidad de traslación del barco, sin que la oscilación retardada hacia adelante del sistema del árbol de la hélice consuma energía. Ello puede realizarse mediante la aportación de una amortiga-
5 ción para las fuerzas de recuperación.

Ahora bien, las repercusiones ventajosas del procedimiento conforme al invento pueden ser explicadas asimismo con la teoría siguiente, que a la vez describe el grado de calidad ξ_a de la disposición de manera teó-
10 ricamente irreprochable. Este concepto no ha sido hasta hoy en día explicado claramente en su funcionamiento físico, partiendo de la teoría de las hélices, sino que, por el contrario, se sigue aún en la bibliografía actual rea-
15 lizando esfuerzos para explicarlo a base de los procesos intermitentes de la corriente en la pala de la hélice, considerándose esta última como un cuerpo absolutamente rígido. Tal como demuestran mediciones y cálculos, no es esta última suposición admisible, ni concuerda tampoco
20 con el fundamento de la teoría de las hélices, a saber, con la ley del impulso.

La idea de la solución, que también hace posi-
ble una explicación del fenómeno ξ_a sobre este fundamen-
to, está basada en mediciones realizadas últimamente, y
25 tiene como fundamento el esquema mostrado en las figs. 1 - 4 del dibujo adjunto. A este respecto es indiferente que la deformación elástica de las palas tenga lugar debi-
do a un movimiento de la transmisión dirigido hacia atrás, o por un golpe de empuje en la pala como consecuencia de una concentración de la expulsión en la posición corres-
30

9.2.67.



pondiente de la pala de la hélice. La recuperación elástica de la pala, deformada desde α hasta β , pasando desde β a γ (fig. 1), empuja evidentemente una cierta cantidad adicional de agua, superpuesta a la acción de
 5 bomba de la pala y cuyo elemento vamos a suponer que sea dq , con una velocidad acelerada δw hacia atrás. En la figura 1, A significa "árbol" y H significa "hélice".

En la hélice generadora de empuje rígido o constante, se designarán a continuación las mismas magnitudes con dQ ó Δw , respectivamente.
 10

Durante un viaje de medición se midieron, por ejemplo, aproximadamente las siguientes velocidades axiales de la transmisión (esquemáticamente): Siendo x el recorrido de desplazamiento $\ll 1$ mm, entonces la primera derivada medida del recorrido respecto al tiempo es $\frac{dx}{dt}$,
 15 (fig. 2).

Evidentemente es la aceleración del movimiento del árbol

20 $\frac{dx'}{dt^2} \neq \text{constante (fig. 3)}$

Por consiguiente sería posible su nueva derivación respecto al tiempo, es decir

25 $\frac{dx''}{dt^3} \neq 0 \text{ (fig. 4).}$

Ahora bien, la segunda derivada de la velocidad respecto al tiempo se denomina "tirón" y significa, cuando $\frac{dx''}{dt^3} \neq 0$, que existe una variación temporal de la aceleración. De manera análoga a la consideración de la hélice como estructura elásticamente flexible, se cuenta asimismo en

30
 9.2.67.



problemas de amortiguación con el "tirón".

La introducción de este concepto en la propulsión, es fundamentalmente nuevo. La reducción del ξ_a a esta magnitud física, es asimismo una novedad, pero no está en contradicción con la ley del impulso, tal como se demuestra (todas las explicaciones de hasta ahora de este fenómeno, no podían ser ajustadas a este ley fundamental). A pesar de que la hélice puede ser considerada en el ensayo modelo como rígida, se mide también allí un ξ_a digno de mención. Ahora bien, ello no representa ninguna contradicción, puesto que el soporte de presión en el ensayo modelo consiste en un muelle axial precargado que, al presentarse fuerzas axiales alternativas, motivadas por la corriente, oscila correspondientemente y permite recorridos "x".

La ley del impulso, en su versión original, es para la hélice rígida

$$S = \int \rho \cdot dQ \cdot \Delta w \quad (\text{fig. 5})$$

20

S = empuje (fuerza)

ρ = densidad del medio

dQ = un elemento de la cantidad de líquido abarcada por la hélice

25

Δw = aumento de velocidad plenamente desarrollado por dQ a su paso por la hélice (cantidad detrás de la hélice).

dq es una función de la frecuencia de tirón, incluidas posición de fase, marcha de la frecuencia y amplitud, reducible por integración múltiple a la oscilación axial re

30
9.2.67.



gular de la transmisión y a la deformación elásticamente flexible de las palas de la hélice con ello originada, y de la que se produce la componente de la propulsión total, a saber, la acción de resistencia de la hélice, a tomar para ξ_a con relación al diagrama de marcha libre.

5

Con relación a la fig. 6, y en el supuesto de que

$$\int \rho \cdot dq \cdot \delta W \triangleq \rho \cdot \int \mu \cdot \cos(\omega t + \varphi) dt$$

10

resulta

$$\int \rho \cdot dq \cdot \delta W = \rho \cdot \mu \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi) dt$$

o sea, un aumento de S de la hélice rígida en δS , y, por consiguiente, resulta $\xi_a > 1$ en función de C, por ejemplo, para un barco de una sola hélice.

15

Si se supone que

$$\int \rho \cdot dq \cdot \delta W \triangleq \rho \cdot \int \mu \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi) dt$$

entonces resulta aquí

20

$$\int \rho \cdot dq \cdot \delta W = -\rho \cdot \mu \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \cos(\omega t + \varphi) + C$$

En función de C, por lo tanto, y debido a ser el coseno y el seno funciones circulares, puede resultar aquí, y también en el primer caso, asimismo una disminución del empuje S de la hélice rígida, es decir $\xi_a < 1$, por ejemplo, para un barco de dos hélices. Únicamente la condición previa de la generación de valores ΔW alternantes periódicamente

25

$$\Delta W = \Delta W + \delta W,$$

30

con $\Delta W = \text{constante}$

9.2.67.



$$\delta W \neq \text{constante, o sea, } \frac{\Delta w''}{dt^3} > 0,$$

5 da como resultado la acción del "tirón" que estimula cons
tantemente la deformación elásticamente flexible de las
palas de la hélice y que, con ello, varían la capacidad
de absorción y el rendimiento de la hélice, que en teoría
debe ser considerada como depresión de fuente, con rela-
ción al ensayo de marcha libre de la hélice, y que hace
posible un ξ_a , al mismo tiempo que lo explica teórica-
mente de manera irreprochable.

10 La presente solicitud que corresponde a la
presentada en la República Federal Alemana, el 7 de Di-
ciembre de 1.965, bajo el número A 50.999 XI/65 f3, se
acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatu
15 to sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten
te de Invención en España, por VEINTE años, son los si-
guientes:

- 20 1.) Un procedimiento y disposición para aumen
tar el rendimiento de la propulsión en buques de altura
con propulsión por hélice, caracterizado por la generación
artificial de oscilaciones axiales que repercuten en el
24 árbol de popa y provocan oscilaciones falsas de empuje in
9.2.67.



dependientes del campo de velocidad de afluencia de la hélice, y porque estas oscilaciones axiales pueden ser ajustadas en su posición de fase, amplitud, frecuencia y marcha de la frecuencia, a los valores correspondientes de las oscilaciones reales de empuje motivadas por la corriente, siendo regulables de tal modo, que las oscilaciones falsas de empuje contrarrestan las reales y aumentan el empuje axial medio.

2.) Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las oscilaciones axiales artificiales que originan las oscilaciones falsas de empuje son generadas en una gama no resonante de frecuencia y amplitud, inofensiva para el buque y la hélice, así como en una gama que varía la característica de empuje y de momentos del diagrama de marcha libre de la hélice.

3.) Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la frecuencia de excitación de las oscilaciones axiales artificiales es ajustable a la frecuencia de oscilación propia de las diversas paletas de la hélice, y la amplitud artificial de la oscilación de excitación lo es hasta el límite de seguridad para la resistencia umbral ante flexión continua de las paletas de la hélice.

4.) Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado porque las oscilaciones axiales generadas artificialmente se ajustan en posición de fase, amplitud, frecuencia y marcha de la frecuencia, de tal modo a los valores correspondientes de las oscilaciones de empuje verdaderas, que las oscilaciones axiales generadas artificialmente anulan de manera óptima

30
9.2.67.



las oscilaciones de empuje reales.

5.) Un procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la generación artificial de las oscilaciones axiales, se provoca por la regulación momentánea periódica, en sí conocida, de las paletas de una hélice ajustable, a través del golpe de empuje con ello producido.

6.) Una disposición para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el árbol de popa está unido con un excitador de oscilaciones axiales y un aparato de medida de las oscilaciones axiales, cuyos valores de medida representan valores de referencia para los impulsos de mando del excitador de oscilaciones axiales a efectos de regular la posición de fase, la amplitud, la frecuencia y la marcha de la frecuencia de las oscilaciones axiales generadas artificialmente.

7.) Una disposición de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada por la disposición de un aparato de mando electrónico, que transforma los valores de medida de los aparatos medidores del empuje axial en impulsos de mando para la regulación del excitador de oscilaciones axiales.

8.) Una disposición de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, caracterizada por estar dispuesto un órgano axialmente elástico entre el soporte de presión y la instalación de accionamiento.

9.) Un procedimiento y disposición para aumentar el rendimiento de la propulsión en buques de altura con propulsión por hélice.

30
9.2.67.



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dos dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

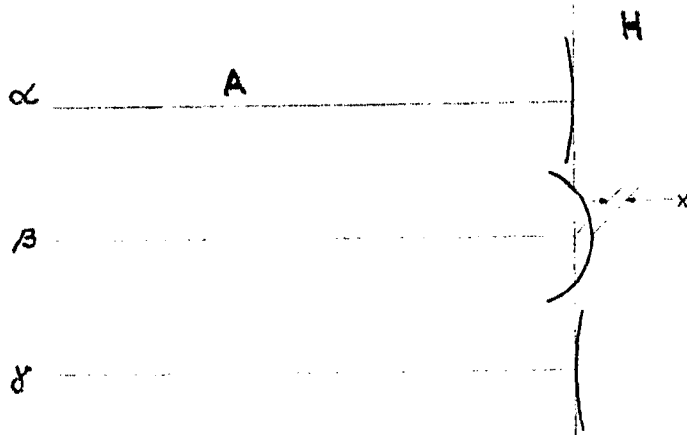
P. A.

16 FEB. 1967
Alberto de Eizaguirre
Por Euzko Legebiltzaria

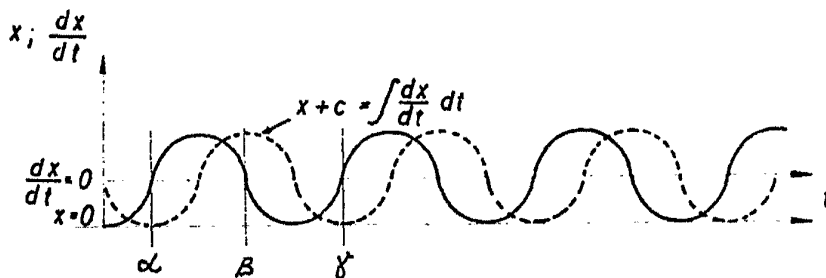
G.D.S.
9.2.67.



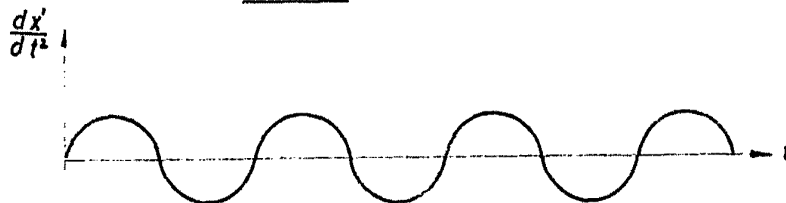
Figur 1



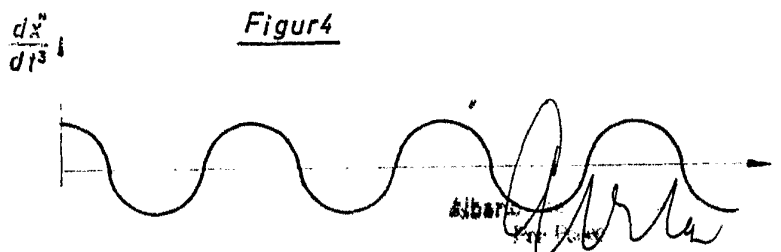
Figur 2



Figur 3



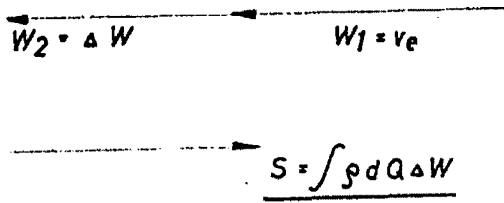
Figur 4





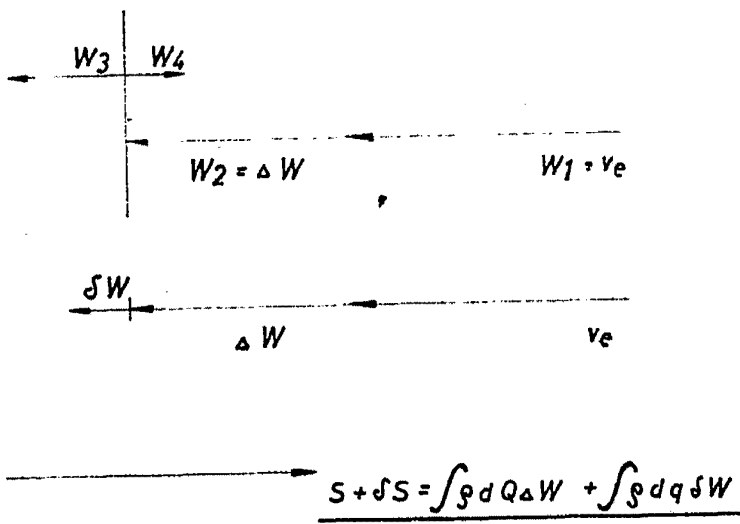
10 FEB 1954

Figur 5



Figur 6

$\delta W = W_3 - W_4 > 0$



[Handwritten signature]