



412599

INT. CL. C 21 B

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.

Residencia: No.15, KITAHAMA 5-chome.-HIGASHI-ku.  
OSAKA.- JAPON.

Enunciado: METODO PARA CONTROLAR LAS CONDICIONES  
DE FUNCIONAMIENTO DE UN ALTO HORNO.

Prioridad: de las solicitudes de patente japonesas  
nº 27016 del 15 de marzo de 1.972; y  
nº 103011 del 14 de octubre de 1.972.-

---



Extracto de la Descripción

Las condiciones de funcionamiento de un alto  
horno se controlan basándose en el índice de presión de vien-  
to de la soplante que indica la fluctuación de la presión de  
viento de la soplante en un periodo de tiempo predeterminado  
y/o el índice de velocidad de descenso que indica la fluctuación  
de la velocidad de descenso de los materiales cargados en el alto horno.

Descripción del Invento

El invento se refiere generalmente a un método para estimar y controlar numéricamente las condiciones de funcionamiento de un alto horno, estabilizándolas así a niveles más elevados, y se refiere más particularmente a un nuevo método para controlar numéricamente las condiciones del alto horno utilizando el índice de presión de viento de la soplante es decir el primer índice de condiciones de funcionamiento del horno, que indica la fluctuación de la presión de viento de la soplante en un periodo de tiempo predeterminado y/o el índice de velocidad de descenso, es decir el segundo índice de condiciones de funcionamiento del alto horno, que indica la fluctuación de la velocidad de descenso de los materiales cargados.

Es muy importante para la explotación de un alto horno el estimar numéricamente las condiciones de funcionamiento del alto horno en cada momento y controlarlas. En un intento de hacer posible una estimación más precisa de las condiciones de funcionamiento del alto horno, se han realizado esfuerzos para utilizar conjuntamente factores tales como la presión de viento de la soplante y la velocidad de descenso del material cargado así como la larga experiencia



de los operarios, para controlar artificialmente las condiciones de funcionamiento del alto horno. Sin embargo, hasta la fecha no se ha inventado ningún método satisfactorio para que se pueda obtener una estimación presentada numéricamente y sintéticamente exacta.

El factor más importante entre los varios factores que permiten a los operarios conocer de modo fehaciente el comportamiento del alto horno, es la fluctuación de la presión de viento de la soplante. Se ha utilizado para indicar las condiciones de funcionamiento del alto horno las expresiones tales como  $P_b/V$ ,  $(P_b - P_t)/V$ , o  $(P_b^2 - P_t^2)/V^2$  (Nota:  $P_b$  = Presión de viento de la soplante,  $P_t$  = Presión máxima del alto horno,  $V$  = volumen del alto horno). Sin embargo, estas expresiones sirven solamente para indicar la variación de la presión de viento de la soplante con el volumen del alto horno en lugar de indicar directa o numéricamente la variación del valor indicado, es decir las fluctuaciones de las condiciones de funcionamiento del alto horno, lo que es lo más importante. Se ha propuesto igualmente para indicar las condiciones de funcionamiento del alto horno utilizar los valores tales como el número de veces que se han producido atascamientos de la carga, deslizamientos de la carga, desperfectos en las toberas, o el volumen de polvo procedente de la parte superior del alto horno por unidad de tiempo, como parámetros relacionados con la presión de viento de la soplante o incluso la presión de viento de la soplante con el volumen del alto horno. Sin embargo, ninguno de estos procedimientos da entera satisfacción para indicar de manera fidedigna la amplitud real de las fluctuaciones.

En el invento, la fluctuación de la presión de



viento de la soplante se expresa bajo la forma del grado de  
variación de la presión de viento de la soplante en un pe-  
riodo de tiempo predeterminado y se define como índice de  
presión de viento de la soplante o primer índice de condi-  
5 ciones de funcionamiento del alto horno. Se ha confirmado  
una correlación significativa entre éste índice de condicio-  
nes del alto horno y los deslizamientos de la carga o los  
deslizamientos parciales de la misma. Se confirme igual-  
mente una fuerte correlación entre la resistencia y el con-  
10 tenido de finos de los minerales aglomerados (inferiores a  
4 mm) y el índice de tambor del coque utilizado en el fun-  
cionamiento del alto horno. Se ha comprobado de acuerdo con  
el presente invento que el índice de condiciones de funcio-  
namiento del alto horno definido más arriba representa una  
15 norma de base para controlar numéricamente las condiciones  
de funcionamiento de todo el alto horno.

Además, en el invento, el índice de velocidad  
de descenso o segundo índice de condiciones de funciona-  
miento del alto horno se ha adoptado para expresar las fluc-  
20 tuaciones de la velocidad de descenso de los materiales  
cargados por la parte superior del alto horno con el fin  
de realizar una estimación precisa de las condiciones de  
funcionamiento del alto horno y para promover un funciona-  
miento extremadamente estable del mismo mediante la utiliza-  
25 ción del índice de velocidad de descenso como otra norma bá-  
sica para controlar numéricamente las condiciones de fun-  
cionamiento de todo el alto horno.

Ambos primero y segundo índices de condicio-  
nes de funcionamiento del alto horno pueden naturalmente,  
30 utilizarse al mismo tiempo para controlar con precisión



las condiciones de funcionamiento del alto horno.

La figura 1 es una porción de un gráfico en el cual están registradas las fluctuaciones de la presión de viento de la soplante;

5 La figura 2 es una vista parcial ampliada de una parte del gráfico de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra el método de medición de la velocidad de descenso de los materiales cargados;

10 La figura 4 es un gráfico en el cual está registrada la velocidad de descenso de los materiales cargados, medida por medio del aparato representado en la figura 3;

15 Las figuras 5A y 5B son gráficos en los cuales está registrada la velocidad de descenso de los materiales cargados y en los cuales se representan respectivamente por A y B las condiciones de funcionamiento estables e inestables del alto horno;

20 La figura 6 es un gráfico que representa la relación entre el índice de velocidad de descenso y el número de deslizamientos completos y parciales de la carga;

25 La figura 7 es un gráfico que representa la relación entre el índice de presión de viento de la soplante y el número de deslizamientos completos y parciales de la carga;

La figura 8 es un gráfico que representa la relación que existe entre el índice de velocidad de descenso y el índice de presión de viento de la soplante;

30 La figura 9 es una representación comparativa de los índices de las condiciones de funcionamiento del hor



no medidos durante un periodo de tiempo relativamente largo; y

Las figuras 10-12 son gráficos que representan las relaciones que existen entre cada una de las varias propiedades de los aglomerados de mineral y el índice de presión de viento de la soplante.

El índice de presión de viento de la soplante o primer índice de condiciones de funcionamiento del alto horno, de acuerdo con lo que ha sido definido más arriba, es un valor representado por la longitud de la fluctuación de la presión de viento de la soplante en un periodo de tiempo predeterminado (Nota: La presión de viento de la soplante es una presión medida en la tubería recta entre el hogar caliente y la tubería anular de circulación del alto horno a una temperatura de 1150°C aproximadamente, siendo la presión medida media de 2,1 Kg/cm<sup>2</sup>). La longitud de la fluctuación de la presión de viento de la soplante es la longitud real del desplazamiento de la plumilla de registro en el gráfico, que se calcula por el método descrito en lo que sigue.

La medición de la longitud de fluctuación se hace de manera más perfecta cuando el tiempo unitario de medición se hace idéntico al tiempo de muestreo de un cromatógrafo de gas que es de 5 minutos. Los valores medidos se calculan a continuación utilizando por ejemplo una computadora electrónica.

En un gráfico de registro de las fluctuaciones de la presión de viento de la soplante del tipo representado en la figura 1, cuando el valor de la presión de viento de la soplante varía desde P<sub>n-1</sub> hasta P<sub>n</sub> en un periodo de tiempo unitario de, por ejemplo, 5 minutos, la longitud de fluctuación de la presión de viento de la soplante X puede calcu-



larse por la siguiente ecuación procedente de la figura. 2.

$$X = \sqrt{(480/288)^2 + (P_n - P_{n-1} \cdot 248/4)^2} \text{ ---- (1)}$$

en la cual: 480/288 ---- longitud de la fluctuación que co-

5

rrresponde al tiempo unitario de 5 minutos calculada en la escala del gráfico;

248 ---- anchura del gráfico (escala completa en mm) que corresponde a la variación de la presión de viento de la soplante de 4 Kg/cm<sup>2</sup> (presión medida).

10

480 ---- longitud de la fluctuación que corresponde a 24 horas de avance del gráfico de registro (unidad: mm).

El valor X se obtiene de la ecuación anterior

15

(1) y se toma aproximadamente como siendo la longitud de fluctuación Lo de la presión de viento de la soplante. El índice de presión de viento de la soplante o primer índice de condiciones de funcionamiento del alto horno se obtiene dividiendo Lo por la longitud L (480/288) del gráfico de registro que corresponde a Lo. En particular,

20

primer índice de condiciones de funcionamiento del alto horno =  $Lo/L$  ---- (2)

Este índice se calcula y se imprime cada hora, a cada cambio de turno (8 horas) y cada día (24 horas).

25

El índice de velocidad de descenso o segundo índice de las condiciones de funcionamiento del alto horno se describirá en lo que sigue:

El estado del descenso del mineral y del coque cargados por la parte superior del horno indica las fluctuaciones de las condiciones de funcionamiento del alto horno.

30



La estimación numérica de dichas fluctuaciones contribuye mucho al funcionamiento del alto horno haciendo que sea posible juzgar objetivamente las condiciones de funcionamiento del alto horno. Ahora bien, para conocerlas de manera numérica, se utiliza aquí la velocidad de descenso de cada 1/2 carga (Nota: El término "1/2 carga" se utiliza aquí para indicar cualquier introducción de mineral o de coque en el alto horno. Concretamente una carga consiste en una operación de introducción de mineral y de coque), se determina por medio de la ecuación siguiente (3):

$$\text{Velocidad de descenso} = \frac{(\text{Primer estado de sondeo}) - (\text{Ultimo estado de sondeo})}{(\text{Tiempo del primer sondeo}) - (\text{Tiempo del último sondeo})} \text{ mm/min.} \quad (3)$$

El término "primer estado de sondeo" utilizado aquí se define como siendo el valor del nivel al cual debe establecerse una nueva carga de materiales y el término "último estado de sondeo" como el valor del nivel una vez terminada la carga de los nuevos materiales. Este nivel se mide tomando el lado superior del alto horno como referencia.

Estos valores se indican y se registran en un medidor 5 por medio de una barra de sondeo 1, un tambor de recogida 2, un motor eléctrico 3 con un engranaje reductor, y un motor generador de impulsos 4 conectado directamente al árbol del tambor de recogida según se representa en la figura 3. El número de referencia 6 indica un embrague desacoplable. Un ejemplo de dicho registro se representa en la figura 4. El valor medio de la velocidad de descenso en un cierto periodo de tiempo (standard) se calcula a continuación, y se obtiene la diferencia entre las velocidades de descenso sucesivas dentro del periodo de tiempo standard,



con lo cual el índice de velocidad de descenso o segundo índice de las condiciones de funcionamiento del alto horno puede definirse como sigue:

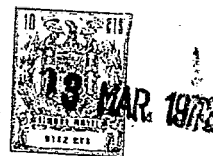
5 Segundo índice de condiciones del alto horno = 
$$\frac{(N_1 \cdot K_1) + (N_2 \cdot K_2) + (N_3 \cdot K_3) + (N_4 \cdot K_4)}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4} \text{ --- (4)}$$

En esta fórmula:

- 10  $N_1$  = Número de veces que el valor absoluto de [(velocidad de descenso media) - (velocidad de descenso de cada 1/2 carga)], es inferior a 14 mm/min.
- $N_2$  = Número de veces que dicho valor calculado está incluido en la gama de 15/1 mm/min - 30 mm/min.
- $N_3$  = Número de veces que dicho valor calculado está incluido en la gama de 30,1 mm/min - 45 mm/min.
- 15  $N_4$  = Número de veces que dicho valor calculado no es inferior a 45,1 mm/min.

20  $K_1, K_2, K_3$  y  $K_4$  son coeficientes de ponderación de cada velocidad de descenso medidos por la magnitud de la variación y se determinan como siendo:  $K_1 = 3/3, K_2 = 4/3, K_3 = 5/3$  y  $K_4 = 6/3$ . Estos coeficientes de ponderación son predeterminados para que el índice de velocidad de descenso esté incluido entre 1,0 y 2,0 y para que el índice de velocidad de descenso sea substancialmente igual al índice de presión de viento de la soplante. Por tanto, los índices se calculan y se indican durante cada periodo de tiempo unitario y los valores medios de los índices se calculan automáticamente por ejemplo por medio de una computadora electrónica cada 8 o 24 horas.

30 El descenso de los materiales cargados es estable en la figura 5A, e inestable en la figura 5B en la cual se pro



ducen deslizamientos completos o parciales. El término "deslizamiento" y "deslizamiento parcial" se utilizan aquí para definir e indicar respectivamente un descenso brusco de los materiales cargados no inferior a 1000 mm en 5 segundos según se indica por X y un descenso menos brusco en una gama incluida entre 500 mm y 1000 mm en 5 segundos según se indica por Y.

En razón de esta definición, el valor medio del índice de velocidad de descenso en 24 horas corresponde de manera substancial a la suma del número de veces en que se producen deslizamientos y deslizamientos parciales, según se representa en la figura 6. En el eje de abscisa de la figura 6, el número de veces en que se producen los deslizamientos se pondera en un valor doble al de los deslizamientos parciales.

En la figura 7, el primer índice de condiciones de funcionamiento del alto horno, es decir el índice de presión de viento de la soplante (promedio de 24 horas) se compara de la misma manera con el número de veces en que se producen deslizamientos y deslizamientos parciales. La figura 7 indica claramente que existe una relación entre estos valores que puede ser expresada por una curva de segundo orden.

La figura 8 es un gráfico que representa la correlación entre el índice de velocidad de descenso y el índice de presión de viento de la soplante. Entre estos dos índices existe un coeficiente de correlación elevado de 0,799. La indicación de un funcionamiento estabilizado del alto horno, de acuerdo con el invento, muestra que el comportamiento del alto horno puede ser juzgado claramente y numéricamente utilizando el índice de velocidad de descenso de los materia-

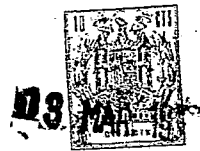


les cargados y/o el índice de presión de viento de la so-  
plante.

5 Por ejemplo, midiendo el comportamiento de uno  
o ambos índices durante un largo tiempo como se representa  
en la figura 9, es posible juzgar numéricamente el grado de  
estabilidad o de inestabilidad de las condiciones de funcio-  
namiento del alto horno.

10 En la figura 9, cada desperfecto en las tobe-  
ras está indicado por un pequeño círculo. Es muy intere-  
sante observar que existe una fuerte correlación entre el  
grado de desperfecto en las toberas y los dos índices.

15 Ya que uno o ambos índices de condiciones de fun-  
cionamiento del alto horno se aplican a continuación direc-  
tamente a las instalaciones de aglomerado y de coque, cuan-  
do el comportamiento pasa a ser inestable en el alto horno,  
se toman las siguientes medidas. En primer lugar se eleva  
el nivel de control, en particular el índice de obturación  
de los aglomerados no debe ser inferior a 85%, el contenido  
de finos de los aglomerados no debe ser superior al 6%, y  
20 además se eleva la norma de control de calidad en particu-  
lar el índice de tambor ( $DI_{50}^{30}$ ) del coque no debe ser infe-  
rior a 35. En segundo lugar, se reduce el volumen de vien-  
to por ejemplo desde 2300 Nm<sup>3</sup>/min hasta 2200 Nm<sup>3</sup>/min. Cuan-  
do las condiciones de funcionamiento del alto horno no recu-  
25 peran la estabilidad deseada incluso después de tomar la pri-  
mera y la segunda medidas, se toma la tercera medida es de-  
cir que se reduce el volumen de mineral en cada carga, por  
ejemplo desde 35.000 Kg a 30.000 Kg., mejorando así la per-  
meabilidad en el horno. Por medio de estas medidas, puede  
30 impedirse un empeoramiento peligroso de la inestabilidad



de las condiciones de funcionamiento del alto horno y puede obtenerse un funcionamiento estable del mismo durante un largo periodo de tiempo (Nota: los valores numéricos mencionados arriba a título de ejemplo son valores de referencia de un alto horno que tiene un volumen de 1350 m<sup>3</sup>).

5 Para permitir una descripción más detallada, se representan en las figuras 10-12 unas correlaciones entre el índice de presión de viento y cada uno de los índices de obturación de los aglomerados, el contenido de finos de los  
10 aglomerados y el índice de tambor del coque. Para estabilizar las condiciones de funcionamiento del alto horno y asegurar el funcionamiento sin perturbaciones del mismo, deben tomarse medidas para mantener el índice de presión de viento no superior a 1,50. El índice de obturación de la  
15 figura 10 se define como siendo la proporción de aglomerados que no pueden atravesar las mallas de un tamiz de 10 mm, cuando se hacen caer 20 Kg. de aglomerados cuatro veces desde una altura de 2 metros. El contenido de finos de los aglomerados de la figura 11 se define como siendo el porcentaje en peso de las partículas no superiores a 4 mm. El  
20 índice de tambor del coque de la figura 12 se define como siendo el porcentaje en peso de partículas de coque no inferiores a 50 mm. de diámetro dispuestas en un tambor dotado de cuatro aletas que giran 30 veces a la velocidad de 15 rpm.  
25 y que se criban a continuación con un tamiz de mallas de 50 mm. Según se representa en las figuras 10-12 estos factores están relacionados netamente con el índice de presión de viento de la soplante.

De acuerdo con el invento, el índice de velocidad de descenso y/o el índice de presión de viento se defi  
30

412.509



5           nen como siendo los índices de condiciones de funcionamiento del alto horno que sirven como norma de referencia de funcionamiento del alto horno. La fluctuación de las condiciones de funcionamiento del alto horno se estiman numéricamente durante un largo periodo de tiempo para que sea posible tomar rápidamente las medidas necesarias para estabilizar las condiciones de funcionamiento del alto horno. El invento proporciona un elemento de guía apropiado para el control con la ayuda de una computadora de un alto horno, operación reconocida generalmente como dificultosa. La puesta en práctica del invento es muy eficaz.

10           En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

REIVINDICACIONES

15           1. Método para controlar las condiciones de funcionamiento de un alto horno expresando numéricamente las fluctuaciones de la presión de viento de la soplante en un periodo de tiempo predeterminado o las fluctuaciones de la velocidad de descenso de los materiales cargados en un periodo de tiempo predeterminado, para juzgar, así las condiciones de funcionamiento del alto horno.

20           2. Método según la reivindicación 1, para controlar las condiciones de funcionamiento de un alto horno expresando numéricamente las fluctuaciones de la presión de viento de la soplante como siendo la longitud de la fluctuación de la presión de viento en un gráfico de registro durante un periodo de tiempo predeterminado, que define el valor expresado numéricamente como siendo el primer índice de condiciones de funcionamiento del alto horno para juzgar así las condiciones de funcionamiento del alto horno.



3. Método según la reivindicación 1, para controlar las condiciones de funcionamiento de un alto horno mediante la obtención de la velocidad de descenso de los materiales cargados, obteniendo el valor medio de dicha velocidad de descenso en un periodo de tiempo predeterminado, -  
5 calculando el segundo índice de condiciones de funcionamiento del alto horno mediante la sustitución de dichos valores en una ecuación preestablecida con el fin de juzgar las condiciones de funcionamiento del alto horno.

10 4. Método para controlar las condiciones de funcionamiento de un alto horno según la reivindicación 1, caracterizado porque las condiciones de funcionamiento del alto horno se juzgan por ambos primero y segundo índices de condiciones de funcionamiento del alto horno.

15 5. Se reivindica por último, como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita:  
METODO PARA CONTROLAR LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE UN ALTO HORNO.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de catorce páginas - mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 13 de Marzo de 1.973

BERNARDO UNGRIA  
P.P.

25

30

12.577

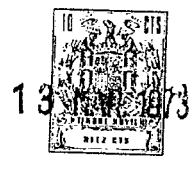


Fig. 1

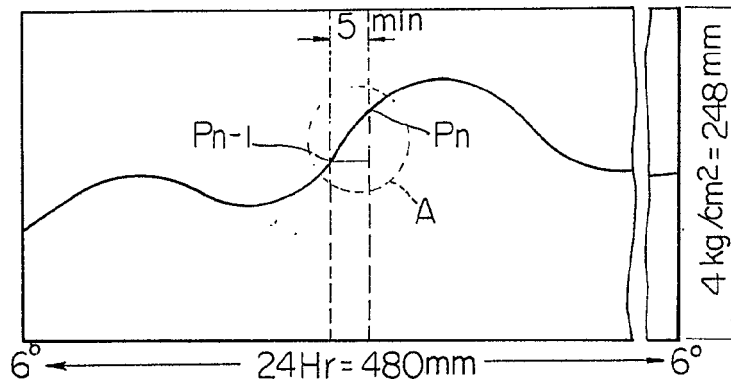


Fig. 2

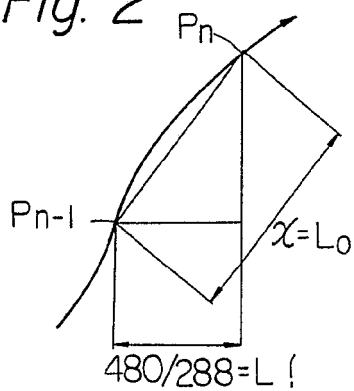
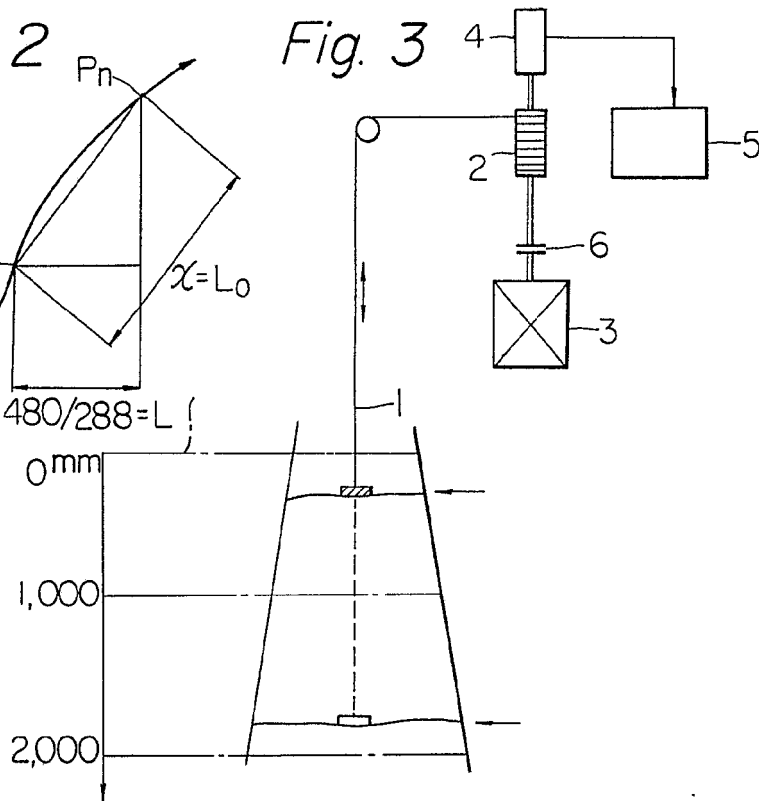


Fig. 3



13 marzo 1950

P.F.

Handwritten initials or signature.



Fig. 4

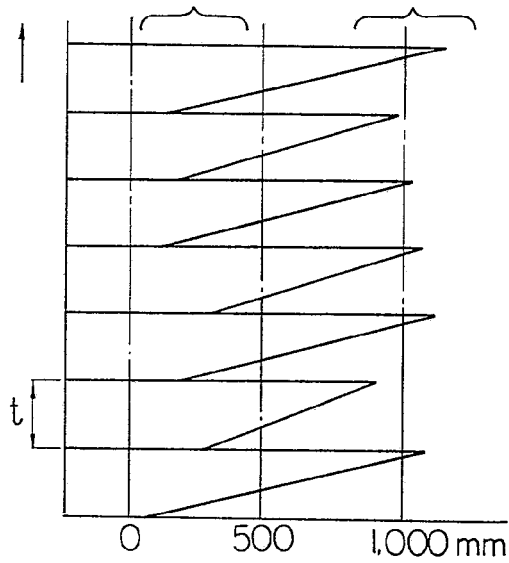
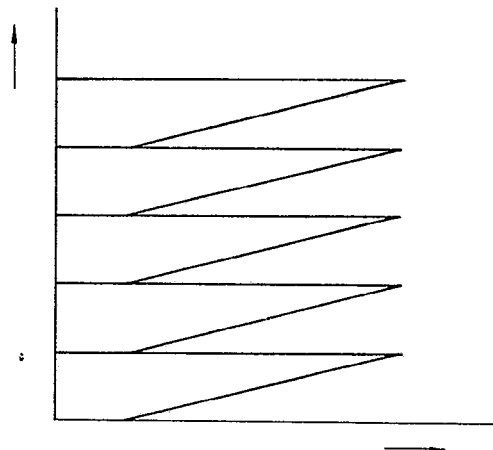


Fig. 5A



ENCUENTRO EN MADRID  
MADRID, 13 de marzo de 1973  
P. 1



1973

Fig. 5B

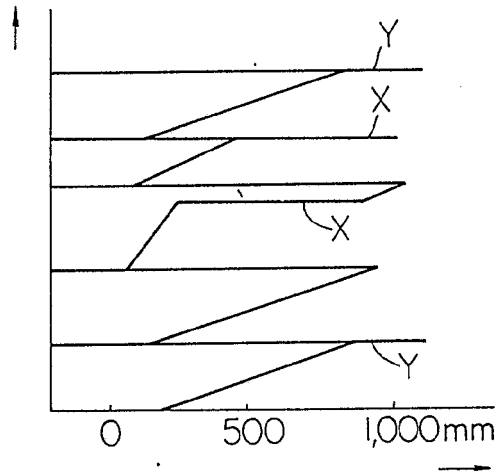
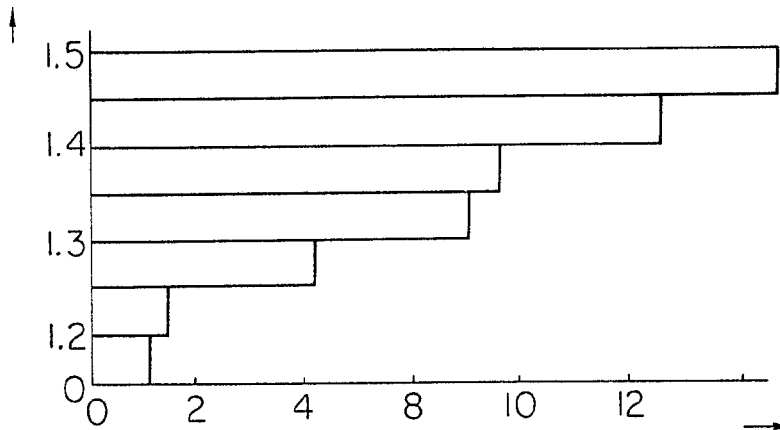


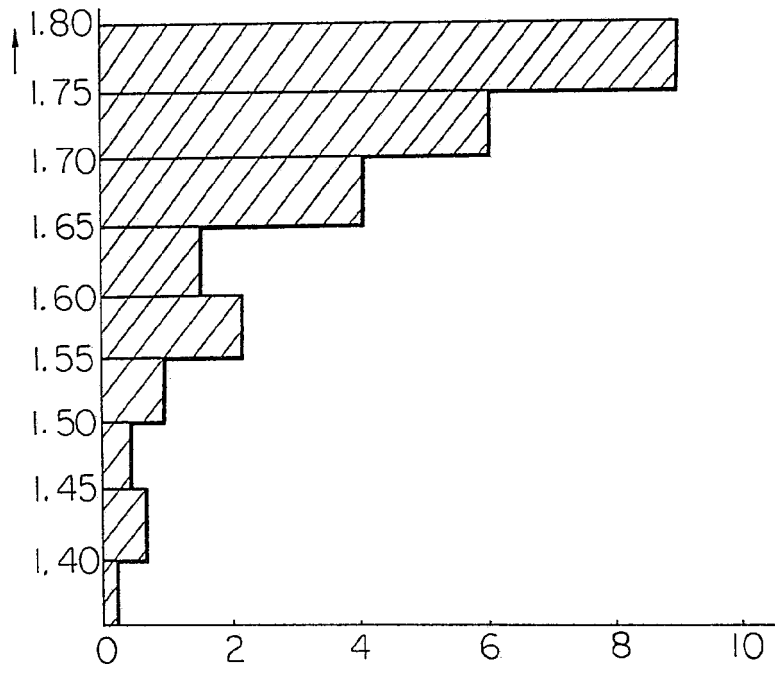
Fig. 6



BOCATA DE MAR  
MADRID, 13 marzo 1973

10  
18 MAR 1973  
MEXICO

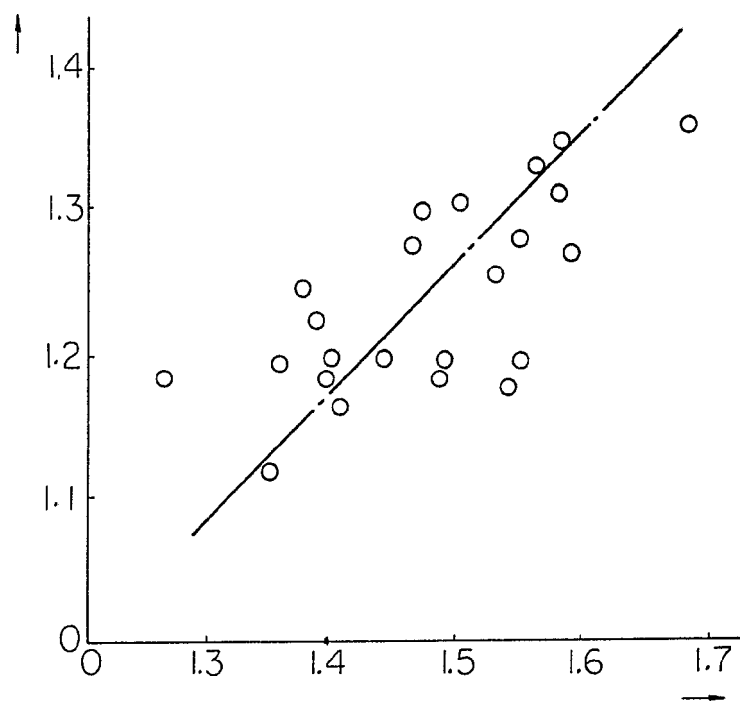
Fig. 7



RECIBO DE DEPÓSITO  
MADRID, 13 marzo 1973  
BREVETADO  
P. P.

10  
18 MAR 1973  
STAMP

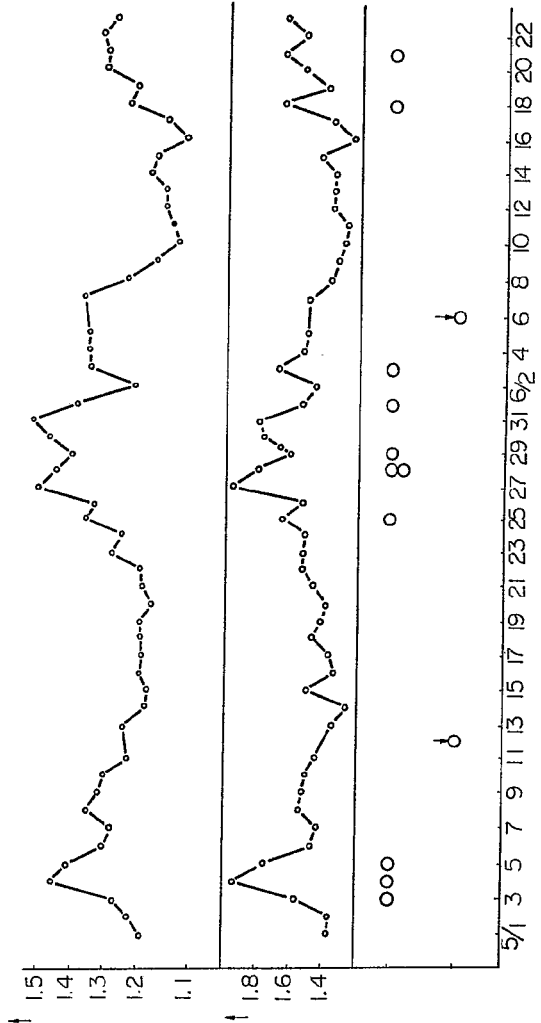
Fig. 8



13 marzo DE 1973  
P. P.



Fig. 9



MADRID, 13 MARZO DE 1973  
BERNARDO UNGERIA  
P. P.

Fig. 9

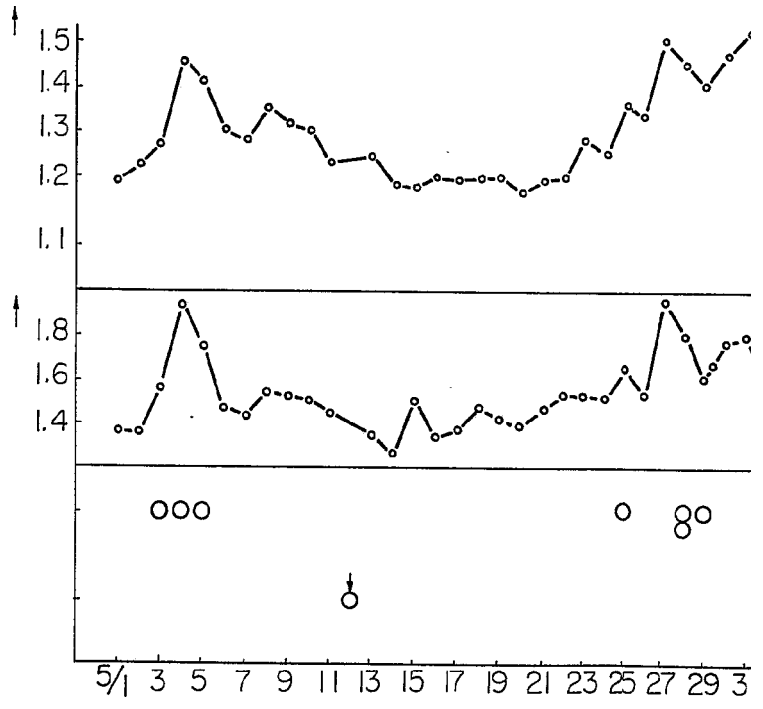




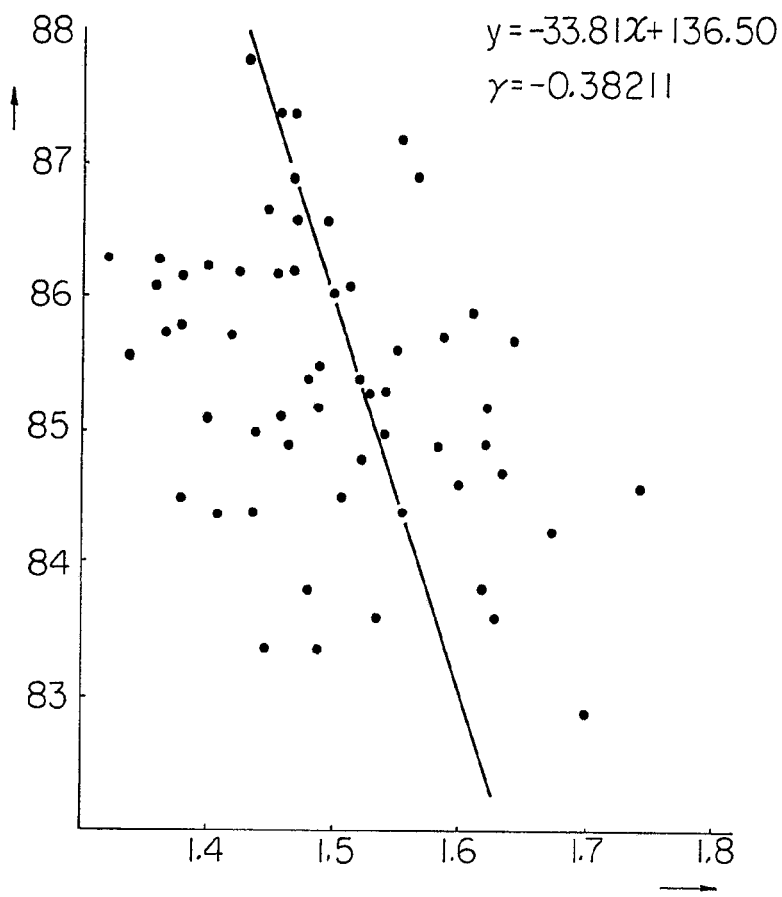
Fig. 9



MADRID, 13 DE marzo DE 1973  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



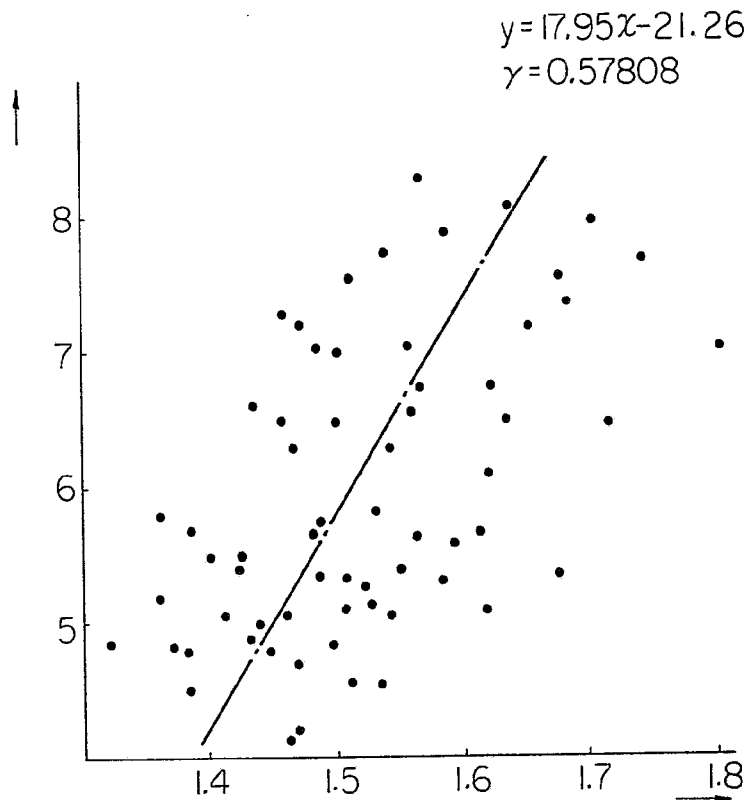
Fig. 10



RECEBIDO EN EL REGISTRO  
MADRID, 13 DE marzo DE 1973  
BERNARDO UNGRIA  
R. P.



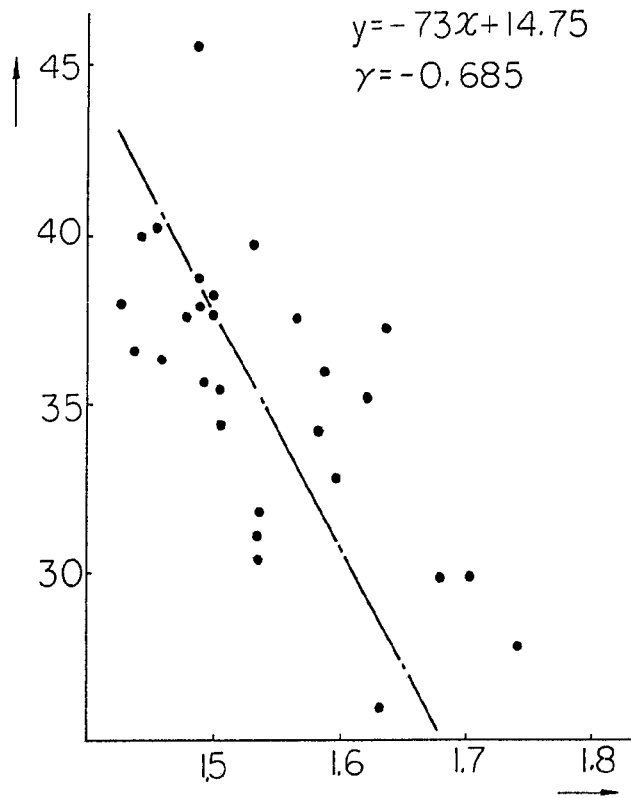
Fig. 11



marzo 13 1973  
SERVICIO OPERA  
P. F.



Fig. 12



MADRID, 13 de marzo de 1973  
BENIGNO LÓPEZ CARRERA  
P. P.

*Handwritten signature*