

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



149339

- 9 MAR. 1942

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar Patente de Invención en España, por VEINTE años, a nombre de la firma Jones & Laughlin Steel Corporation, entidad de nacionalidad norteamericana, establecida en 304 Ross Street, Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos de América, por "UN METODO PARA CONTROLAR CONVERTIDORES BESSEMER"

Este invento se refiere en general a la manufactura de acero por el proceso Bessemer, y en particular a un método de regular el soplo. Por "regular el soplo" queremos decir la selección de las condiciones iniciales de la carga, a saber, la temperatura, la cantidad de material usada, etc., así como también la variación en el tiro a través del convertidor.

Aunque el acero Bessemer se viene fabricando por este procedimiento Bessemer desde 1857, y en realidad es este proceso el mas antiguo al presente, de fabricar acero por mayor, es un hecho que el grado de control metalúrgico que ha sido posible ejercer sobre este proceso, hasta antes del invento que describe esta memoria, no ha sido mejor ochenta años despues que en los días del invento Bessemer. Los dos principales problemas del proceso, a saber, primero, a saber cuando debe

149339



cesar el soplo para la composición deseada del acero, y segundo, saber como obtener propiedades físicas y químicas uniformes para una serie de soplos, no han sido susceptibles de determinación, hasta antes de este invento, sino por los medios poco exactos de la observación y experiencia del jefe del horno. A este respecto debe reconocerse que el proceso Bessemer ha sido muy aventajado por los procesos de crisol abierto o altos hornos, y por el proceso eléctrico, cuyos productos se hallan bajo un control o regulación de mucha exactitud, en cuanto a sus propiedades físicas y químicas.

El tiempo tan corto de lo que se llama el soplo, u operación de fundición efectiva, y la rapidez con que se efectúan las reacciones al acercarse al final, son factores que complican muchísimo el control o problema del soplo Bessemer.

A pesar de muchos esfuerzos, subsiste el hecho de que el éxito del proceso Bessemer, esto es, el grado al cual responde el producto final a las normas deseadas de composición física y química, depende casi enteramente de la habilidad y experiencia del jefe de horno que regula el soplo, pues sus conocimientos le permiten determinar por la naturaleza de la conversión, indicada por la apariencia o el sonido de la llama que sale por la boca del convertidor; o por la naturaleza de las chispas que brotan, el estado de las operaciones que se efectúan adentro. Pero este método de regulación o control es muy incierto por decir lo más, y se sabe que produce un número excesivo de cargas "desechadas", es decir, cargas que no se conforman tanto como se espera a las normas de composición química y características físicas. La reacción visual del jefe de horno que observa la apariencia de la llama no es cuantitativa, así es que la única norma de comparación es la que se basa en la memoria de lo que ocurrió con los soplos o fundiciones anteriores. De todos modos, la naturaleza del proceso, a saber, el tiempo tan relativamente corto que se requiere para que se completa, realmente

149339

30



50 impide casi toda confrontación de las características químicas y físicas o del análisis químico de la composición, que pudieran servir de guía para la regulación de la operación de fundición o sople.

55 Nosotros hemos inventado un método y los aparatos mediante los cuales puede hacerse que el proceso Bessemer de producir acero sea regulado con más precisión y que se reduzcan considerablemente las cargas desechadas. En términos generales, el invento consiste en substituir el efecto visual de la llama del convertidor sobre la vista del jefe del horno con un índice del progreso de la operación de sople o fundición, que es más seguro
60 y que no está sujeto a la falibilidad humana. En una forma de aplicación práctica del invento se procede a tomar una determinación fotométrica de la energía radiante emitida por la llama del convertidor durante varias etapas del sople, y se regula después el sople según se requiera para producir un acero de las
65 características y composición deseadas, basándose el modo de la regulación en determinaciones similares de soplos anteriores.

El aparato que hemos hallado satisfactorio para aplicar el método que acabamos de describir comprende una ampollita o célula sensible a la luz posicionada de tal modo que se sujeta a la irradiación de la llama del convertidor; un sistema de amplificación
70 para multiplicar la capacidad de la célula fotoeléctrica o sensible a la luz; y un instrumento indicador de forma apropiada, que puede ser ventajosamente un registrador gráfico de construcción conocida. También pueden ponerse filtros adecuados entre
75 la celda fotoeléctrica y la llama del convertidor, para proteger la válvula contra exceso de irradiación o para reducir las irradiaciones que lleguen a la célula a cierta escala de frecuencias dentro de una o más bandas predeterminadas. Más adelante describiremos el aparato con más detalles junto con el proceso que
80 hemos hallado más satisfactorio para la aplicación del método de este invento. Un arreglo típico del aparato es el que se halla

149339³⁰



ilustrado algo diagramáticamente en los planos anéxos, pero se debe tomar esta ilustración meramente como un ejemplo, pues se podrán emplear otros aparatos u otros arreglos del mismo aparato para los mismos propósitos. En los planos:-

85

La Fig. 1 es un corte central vertical, principalmente en diagrama, de un convertidor Bessemer en posición de soplar, y el plano del corte es perpendicular al eje de inclinación del convertidor;

90

La Fig. 2 es un corte central, vertical y longitudinal de la caja de la célula fotoeléctrica;

La Fig. 3 muestra en diagrama la posición de la caja de la célula fotoeléctrica con respecto al convertidor, y muestra también la posición aproximada de la llama durante el soplo;

95

La Fig. 4 es una curva que muestra las variaciones de la energía radiante emitida por la llama del convertidor durante la duración completa de una operación de soplo completa;

Las Figs. 5 a 7 son curvas similares para operaciones de soplo que envuelven prácticas ligeramente diferentes; y

100

La Fig. 8 es un grupo de curvas ilustrativas de la energía radiante emitida durante el último minuto de varias operaciones de soplo diferentes.

105

Con referencia detallada a los planos, el convertidor de forma típica Bessemer 10 está ilustrado gran parte en forma diagramática. Estos convertidores están montados para su inclinación sobre muñones 11 y tienen un pico 12 para su carga y descarga. Las toberas 13 del fondo del convertidor permiten pasar aire comprimido, como se requiere para el proceso de conversión Bessemer. Como se ve en los planos, el convertidor mismo comprende un casco de planchas de acero con forro de ladrillos refractarios.

110

La célula fotoeléctrica 14, de cualquier tipo deseado, va montada en el soporte 15 dentro de una caja 16. Esta caja tiene accesorios para montar separablemente y recibir los filtros 17

115

y 18.

140020

304



120

La unidad de fotocélula está arreglada como indica el diagrama de la Fig. 3, esto es, sujeta a la irradiación que emana de virtualmente toda la llama del convertidor. Se conecta esta fotocélula 14 con el amplificador 21 para multiplicar su capacidad al punto de que pueda poner en acción el indicador 22. Este indicador puede ser de cualquier tipo preferido, pero se prefiere un registrador gráfico capaz de producir un registro permanente de las variaciones en la emisión de energía radiante durante el curso del soplo.

125

Cuando se usa el aparato ilustrado en la Fig. 3 se puede obtener un registro como el que queda descrito, y en la Fig. 4 se hallará un ejemplo típico de registro. Las abscisas de la curva son unidades de tiempo, v.gr., minutos, y las ordenadas representan la corriente en miliamperios, que recorre el registrador 22. La capacidad de la fotocélula tiene una relación virtualmente lineal con la intensidad de la irradiación que esta recibe.

130

135

Hemos visto que para un grupo de condiciones iniciales dadas, a saber, la temperatura del hierro en el convertidor, las condiciones del fondo (v.gr., el número de toberas tapadas y el de las que están abiertas), y el estado del forro del convertidor, sigue un curso bien definido el monto de la energía radiante emitida por la llama del convertidor en períodos sucesivos de la duración del soplo, y parece también que la variación en el monto de la energía radiante emitida durante el soplo se relaciona con el progreso de las reacciones químicas en el convertidor, de un modo tan exacto que permite determinar con precisión las reacciones químicas midiendo el monto de la energía radiante emitida. Además, el progreso de las reacciones químicas puede ser regulado mediante el control adecuado del soplo. De este modo es posible arreglar la curva de tiempo-energía radiante de un soplo de entera conformidad con un soplo anterior que haya producido acero

140

145

149839

30



150 con la composición y características deseadas, aun en el caso
de que este soplo no haya sido exactamente igual a ninguno otro
anterior. Si se mantienen las condiciones iniciales razonable-
mente constantes y se regula el soplo de las calderadas siguien-
tes de modo que se produzcan curvas de tiempo-energía radiante
de forma y amplitud similares o idénticas, se hallará que el
acero de esos soplos posee características físicas y químicas
155 bastante uniformes. Aún cuando son algo diferentes las condicio-
nes iniciales de una serie de soplos, es posible con este invento
obtener un grado mucho mayor de uniformidad en el acero que antes
de este invento, si se usa la curva de radiante energía contra
el factor tiempo, que es trazada por el registrador durante el
160 progreso del soplo, utilizándola como guía para regular el soplo.

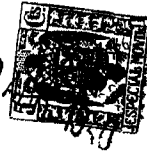
Bajo el punto de vista de la práctica, el invento requiere
sólo la producción de curvas como la de la Fig. 4, para un número
considerables de soplos o calderadas, y del total de curvas se
escogen las de aquellos soplos que hayan producido un acero más
165 de conformidad con las normas predeterminadas de composición quí-
mica y características físicas, y se usan estas curvas selectas
para que se guie por ellas el jefe de horno en los futuros soplos.
De preferencia se seleccionan curvas maestras para cada converti-
dor que se desee regular. Las curvas producidas por un conver-
170 tidor deben usarse exclusivamente para ese solo convertidor.

Puede cambiarse la naturaleza del tiro variando el volumen
o presión, aplicando vapor (v.gr., por las toberas junto con el
aire), o mediante soplo lateral (v.gr., inclinando el converti-
dor de modo que la corriente fluida pase sólo por una parte del
175 metal fundido). También podrá ser ventajoso regular la tempera-
tura del hierro, si fuere necesario, metiendo material frío, como
recortes de hierro, etc., en el convertidor. Se mantienen las
condiciones iniciales, v.gr., temperatura del hierro y estado del
forro del convertidor, tan óptimas como fuere posible.

180 Los resultados de estos variados medios de regulación, que

149839

30



se ven en la curva de la Fig. 4 por ejemplo, son los que siguen: al aumento de presión sigue un alza de la curva, y a la baja de presión un descenso de la curva; a la aplicación de vapor sigue usualmente un descenso repentino muy parecido al que sigue a la baja repentina de presión.

185

Las Figs. 5 a 7 son curvas de tres soplos sucesivos según este invento. Estas curvas muestran los efectos de los diferentes medios de regulación. (Debe notarse que el tiempo sigue de derecha a izquierda en las abscisas y cada división representa un minuto). La llama producida por la combustión del silicio

190

al principio del soplo produce sólo una ligera variación en el registro. El punto en que estas tres curvas dejan su valor de más o menos cero y comienzan a subir es aproximadamente el punto en que se inicia la llama del carbono. Los tres soplos se iniciaron a baja presión para evitar recalentamiento. En los soplos

195

de las Figs. 5 y 6 subió la presión de tiro repentinamente a su valor total después de comenzar a quemarse el carbono y después de haber llegado las curvas a más o menos la ordenada 1.5, y las tres curvas subieron rápidamente a valores como de 7 y 8.

200

La curva de la Fig. 7 representa un soplo al que se aplicó vapor al principio. Al cortarse el vapor subió la curva a entre 6 y 7. La práctica seguida para poner fin a estos soplos fué como sigue: Se vigiló la caída de cada curva al finalizar cada soplo para observar el codo o vuelta indicada por una raya vertical y una flecha. Se halló que esa vuelta o codo indica el punto más allá

205

del cual toda nueva eliminación de carbono va acompañada de un aumento mucho mayor de oxidación del hierro mismo. Más allá de dicho punto parece que la eliminación del carbono es mucho más lenta que en los períodos anteriores, mientras que la oxidación del hierro parece que aumenta rápidamente. Se continuó el soplo

210

por un período adicional (anotado para cada soplo en la siguiente tabla), que por experiencia se ha visto que produce el contenido de carbono deseado sin que se produzca una cantidad indebidamente

149339

30



grande de FeO. Para la clase particular de acero hecha fué este período de aproximadamente 20 segundos, pero no todos los soplos se dejaron exactamente el tiempo deseado, como se notará en las curvas. Finalmente se inclinó el crisol, en el punto indicado por cada curva, por una pequeña cresta al extremo izquierdo.

El resultado de una serie de nueve soplos Bessemer, todas de la misma clase de acero, completamente regulados por el método y aparatos de este invento, se resume en la siguiente tabla:

Soplo	C	Mn	Segundos después del soplo	% Desechado prueba a ácido	% Desechado Superficie
A	.10	.77	26	5.8	1.67
B	.11	.78	19	3.7	1.66
225 C	.11	.76	20	0.0	4.34
D	.10	.69	15	5.2	10.40
E	.09	.75	21	1.8	1.03
F	.11	.85	19	3.7	3.40
G	.10	.72	22	0.0	0.00
230 H	.11	.81	19	0.0	----
I	.11	.88	20	0.9	1.22
			Promedio	2.3%	3.0%
			Promedio en soplos sin fotocélula reguladora --	9.7%	5.0%

Se notará que el contenido de carbono en los nueve soplos así regulados cae dentro de una escala de dos puntos, entre .09% y .11%, lo que sería notablemente consistente aun en la práctica de altos hornos o de crisol abierto. El contenido de manganeso varía entre los dos extremos de .69% y .88%, y si se omiten estos dos extremos, se verá que la variación es sólo entre .72% y .85%. Estas cifras son mucho más consistentes que el promedio de las prácticas ordinarias, en las cuales no es raro una variación de contenido de manganeso de .30% entre soplos sucesivos de esta calidad de acero.

Las Figs. 5 a 7 muestran los efectos de la aplicación de vapor, que produce rápida caída de las curvas, muy parecida a la de las Figs. 5 y 6.



140920

La Fig. 8 muestra fenómenos interesantes que indican también la utilidad del control de célula fotoeléctrica. Las curvas representan el último minuto/ocho soplos de Bessemer con bajo contenido de carbono, indicados de 1 a 8. Los círculos negros indican el punto de cada curva en que comenzó el crisol a inclinarse; y las crestas abruptas en el fondo marcan el final del soplo, es decir, el punto en que se cortó el tiro. Se notará que el punto inicial de la inclinación del receptáculo corresponde a una variación más o menos pronunciada en la curva en general. Se ha observado que, siendo las otras condiciones las mismas, mientras más alto el contenido de azufre del acero más baja es la posición de esa variación. También aparece que el tiempo entre la iniciación de esa variación y el final del soplo, o en otras palabras, la distancia sobre la línea de eje horizontal entre el comienzo de la variación y la punta de la cresta final de la curva, es inversamente proporcional a la eficiencia de la adición de manganeso, o se cree que directamente proporcional al contenido de FeO del acero.

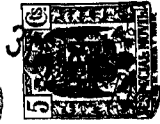
Debemos explicar que el contenido de manganeso indicado por la tabla no es el que tiene el acero al final del soplo, sino el que se obtiene en el análisis final por adición de ferromanganeso al metal soplado casi sin ningún manganeso, después de pasarlo del convertidor a la cuchara. Podría parecer muy simple el problema de obtener el deseado contenido de manganeso en el acero, porque el acero soplado contiene una cantidad insignificante de manganeso y la cantidad requerida en teoría se añade poniendo una cantidad de ferromanganeso que puede calcularse con precisión según el peso de la carga, el análisis del manganeso y el análisis final deseado. Pero el problema se complica con la presencia en el metal soplado de una cantidad grande y no regulada antes de FeO, resultante de la oxidación del hierro con el aire de tiro. Se ha descubierto que la mayor parte de este FeO se forma después de progresar el soplo hasta más allá del codo o



14939

desviación de la curva de tiempo-energía radiante, como se ha
dicho ya. Este FeO oxida rápidamente el Mn añadido y forma MnO,
no metálico, de suerte que la cantidad de manganeso que se mez-
cla con el acero es siempre menor que la cantidad añadida. Como
la cantidad de FeO en un sople cualquiera no se conoce, ni está
285 sujeta a más de un control muy crudo e inseguro, según las prác-
ticas conocidas antes de este invento, es claro que no se podrá
conocer con ninguna precisión la "eficiencia" del manganeso, o
sea la cantidad relativa del manganeso añadido que habrá de for-
mar aleación con el acero, así es que la adición de ferromanga-
290 neso habrá que calcularla sólo con muy mediana aproximación.
Pero con la aplicación de este invento puede regularse fácilmente
el período de sople después de llegarse a la desviación, vuelta
o "codo" de la curva, con lo cual se regula el contenido de FeO
en el acero y también, por consiguiente, la eficiencia del man-
295 ganeso. Por consiguiente, con la aplicación del invento se hace
ahora posible obtener en el acero Bessemer el deseado contenido
de manganeso con mucho mayor precisión que en el pasado.

A veces conviene poner uno o más filtros, como se ve en
17 y 18, entre el convertidor y la fotocélula, para eliminar la
300 energía radiante de ciertas longitudes de onda o frecuencias y
admitir las frecuencias de las otras regiones. Se debe esto a
que la distribución de energía en el espectro de frecuencias no
es uniforme, y se ha visto que bajo ciertas condiciones se adapta
mejor a la regulación la curva de energía radiante de una parte
305 del espectro del sople, que del espectro completo. Por ejemplo,
bajo condiciones favorables no se pone filtros, pero si no son
favorables las condiciones, el uso de un filtro rojo cortará
ciertas variaciones superficiales en la curva de tiempo-energía
radiante, que tenderían a oscurecer el curso significativo de las
310 reacciones en el caso de ausencia de ese filtro. Por otra parte,
el uso de un filtro verde es a veces ventajoso cerca del final
del sople, porque la curva de la energía radiante que pasa por



9839

este filtro, trazada contra el tiempo, exhibe una inclinación
menos escarpada que la curva obtenida sin el filtro. Se ha
315 visto que el uso de un filtro que corta toda otra irradiación
que no sean los rayos infra-rojos será ventajoso por ciertas
razones. Estos rayos penetran más que los rayos visibles, así
es que los afectan menos el humo o vapores del aire. Además, es
innecesario hacer la corrección por luz solar cuando se usa la
320 expresada irradiación infra-roja.

Bajo ciertas otras condiciones podrá convenir también que
uno de los filtros, v.gr., el 17, sirva de protección para la
fotocélula contra exceso de irradiación y daño. También con-
templa este invento el uso de más de un indicador, cada uno con
325 filtro diferente, porque ciertas frecuencias o colores son más
apropiados que otros para indicar los grados de progreso del
soplo. El vapor afecta la irradiación de ciertas frecuencias,
pero no los rayos verdes. Parece que la irradiación verde es
de intensidad más estable y más uniforme en todo el soplo.

En vista de esta descripción, se comprenderá que el inven-
to hace posible producir acero por el proceso Bessemer con com-
posición y características que varían mucho menos entre fusión
y fusión de calderadas, que según los otros procesos conocidos,
en los que el jefe de horno tenía que fiarse únicamente de sus
335 propias reacciones visuales para determinar la naturaleza de la
llama del convertidor. Con la ayuda de este invento podrá un
hombre casi sin experiencia obtener resultados iguales a los que
sin nuestro invento puede obtener el jefe de horno más experi-
mentado. No sólo es posible obtener ahora un grado mayor de
340 precisión y uniformidad entre fusiones o soplos, sino que además
se puede llegar con nuestro invento más cerca de las normas cada
vez más rigurosas que exigen los consumidores de acero, acerca
de la composición y características de los aceros para fines
especiales. Este invento viene a vencer, en efecto, la desven-
345 taja histórica del proceso Bessemer y le permite competir con los



304
1933
métodos modernos, como los de crisol abierto y horno eléctrico, en los que es posible un control muy exacto del progreso de las reacciones químicas que envuelve la fabricación de acero.

350 Los resultados de la prueba de ácido y de inspección de la superficie muestran que el acero de soplos regulados según este invento es más sano y de mejor superficie o calidad que la mayoría de los aceros hechos sin la regulación fotoeléctrica. Las pruebas al ácido se hacen cortando transversalmente una lámina de la barra, y calentando la lámina en ácido sulfúrico. El ácido
355 do disuelve el material no metálico, así es que enseña las rajaduras o grietas, burbujas o resquicios ocupados por ese material. La tabla anterior indica que sólo tres de los nueve soplos mostraron un resultado correcto, sin nada que rechazar en la prueba; pero la más alta proporción de desechados, en el soplo A, fué de
360 5.8% solamente, por peso, que es mucho menos que el promedio de 9.7% para la misma clase de acero hecho sin aplicar este invento. El promedio de desechados en los nueve soplos regulados según este invento es de 2.3%, o menos de la cuarta parte del promedio para soplos sin el control de este invento. Los defectos de su-
365 perficie comprenden grietas, rajaduras, flujos, costuras y otras imperfecciones visibles que afectan la calidad del producto final. Los rechazos de superficie para los nueve soplos dieron en promedio 3.0%, o ligeramente más de la mitad que en los soplos en que no se aplicó este invento.

370 Nuestro método de control es también ventajoso porque permite determinar con precisión el punto ^{terminal} del soplo aunque las características de la llama visible para el ojo humano se oscurezcan con los vapores, humo, gases y otras emanaciones de los componentes de la aleación, que a veces se añaden en el convertidor.
375

Debe entenderse que no es esencial hacer un registro continuo de la energía radiante emitida para lograr los beneficios del invento. Es posible que sólo con observaciones instantáneas

149339



a intervalos obtenga el empleo suficiente información para variar el curso del sople. Pero el uso de un instrumento registrador es evidentemente ventajoso para fines de comparación.

En vista de la descripción que precede, fácilmente se comprenderá que las operaciones mencionadas son características del proceso ácido Bessemer. Pero el invento no se limita únicamente a este proceso Bessemer sino que es aplicable con iguales satisfactorios resultados a la regulación de los convertidores manejados según los principios del proceso básico Bessemer.

Aun cuando hemos descrito e ilustrado solo una de las formas preferidas de aplicación del invento, debe entenderse que se podrán hacer cambios en los métodos o en el arreglo de los aparatos sin que haya desviación del espíritu del invento ni de los alcances de las reivindicaciones.

N O T A

Se reivindica lo siguiente como objeto de la patente:

1. - Un método para controlar un convertidor Bessemer, de forma que se produzca acero con composición y características deseadas, que comprende determinar la cantidad de energía radiante emitida por la llama del convertidor, caracterizado por el hecho de registrar en un gráfico las variaciones instantáneas de la energía radiante de la llama del convertidor a medida que progresa el sople, continuando éste hasta que en el gráfico aparezca una interrupción o ángulo bien marcados, y terminando el sople virtualmente al final de un periodo previamente determinado después de la aparición del ángulo o interrupción.
2. - Un método según el punto 1, caracterizado por el hecho de determinar fotométricamente el monto de la energía radiante

149339



emitida por la llama del convertidor, en una banda de frecuencia predeterminada.

410 3. - Un método según el punto 1 o 2, caracterizado por el hecho de restringirse la determinación fotométrica a bandas de diferentes frecuencias durante diferentes porciones del soplo.

415 4. - Un método según cualquiera de los puntos 1 a 3, caracterizado por el hecho de medirse la energía radiante emitida por la llama del convertidor durante el soplo, y por compararse los resultados de la medición con el registro de la emisión de energía radiante de un soplo anterior.

420 5. - Un método según cualquiera de los puntos 1 a 4, caracterizado por el hecho de regularse de tal modo el tiro, que se conformen naturalmente las variaciones en la emisión de energía radiante de la llama con las variaciones registradas durante el soplo de una calderada anterior que produjera un acero con la composición y característica deseadas.

425 6. - Un método según cualquiera de los puntos 1 a 5, caracterizado por el hecho de variarse la naturaleza del tiro para producir una curva de tiempo-energía que se conforma naturalmente a la curva de una calderada previamente observada que produjera un acero con dichas características y composición.

430 7. - Un método para controlar convertidores Bessemer. Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 9 MAR. 1942

P. A.

Alberto de Elizaburu

Por defecto

Ch/ MALA REPRODUCCION POR DEFECTO DEL ORIGINAL

149339

Fig. 1.

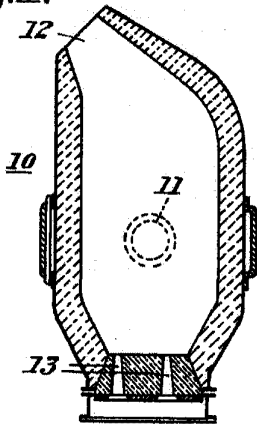


Fig. 2.

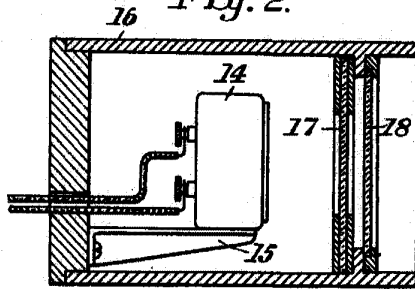


Fig. 3.

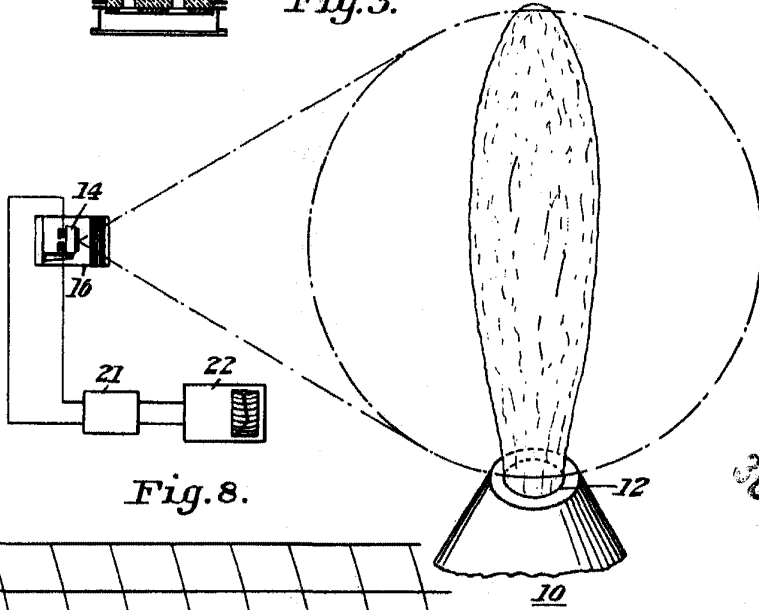
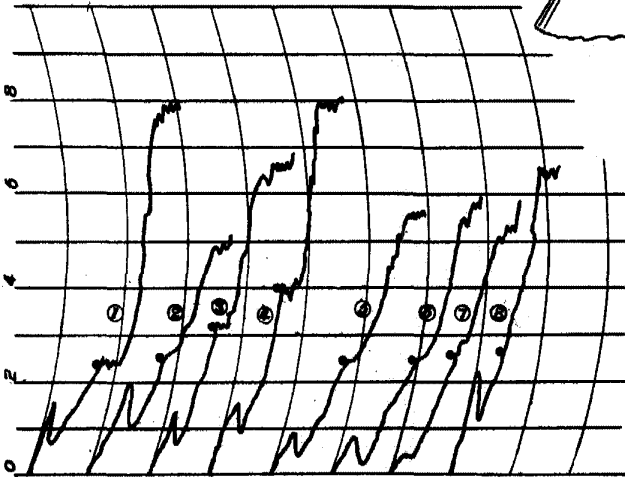


Fig. 8.



Alfonso de...
Alfonso de...

A handwritten signature or mark, possibly "Alfonso de...".

149389

Fig. 4.

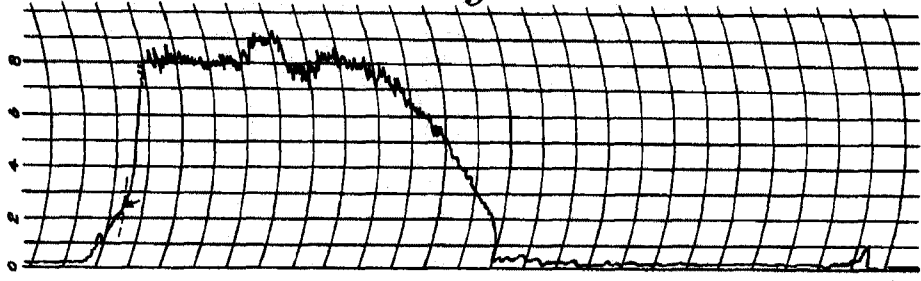


Fig. 5.

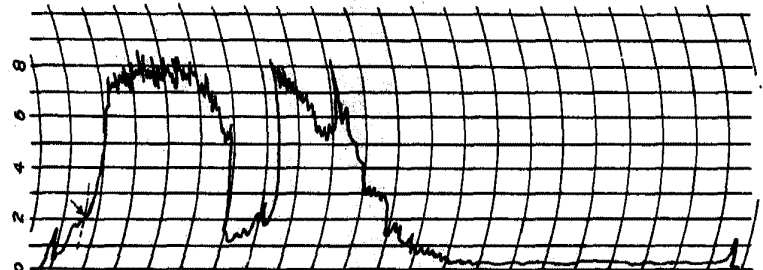


Fig. 6.

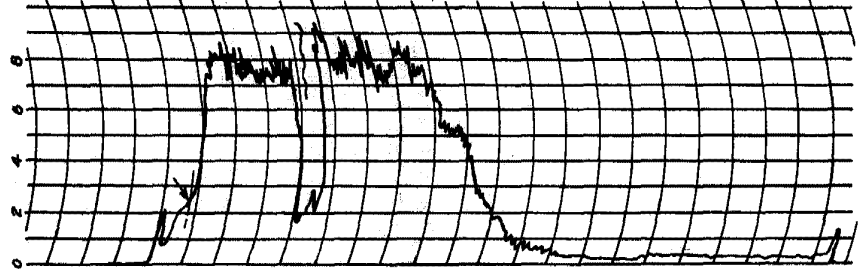
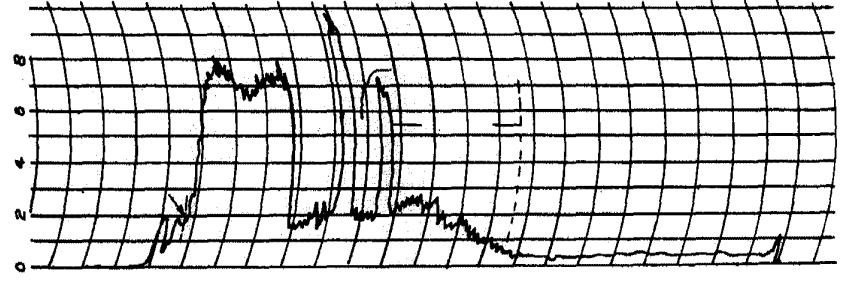


Fig. 7.



Handwritten signature