

400386



Int. Cl.: <u>G 21c</u>	P-50.267 WE Case No. 41.641
------------------------	--------------------------------

Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION por 10 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania,
Estados Unidos de América

por: "UN APARATO PARA CONTROLAR LA EXISTENCIA DE MATERIAL
CAPTADOR DE NEUTRONES, TANTO EN SOLUCION CONCENTRADA COMO
DILUIDA, EN REACTORES NUCLEARES" (Clase Internacional G21c)

400386



5 Este invento se refiere al control del material absorbente de neutrones disperso homogéneamente dentro de los reactores nucleares, y más en particular a un procedimiento para mantener unas reservas de solución de ácido bórico, tanto concentrado como diluido, para un reactor nuclear.

10 Los sistemas de recuperación de ácido bórico por evaporación requieren numerosos sistemas suplementarios para tratar los gases que se desprenden del fluido durante el calentamiento. Además, una cierta parte de esos gases que contienen productos de fisión son finalmente liberados al medio ambiente.

15 En consecuencia, el objeto principal del presente invento es proporcionar un sistema de intercambio de iones capaz de manipular todos los cambios en la concentración de boro requeridos para todos los cambios necesarios en la concentración de boro.

20 Con este objeto a la vista, el presente invento consiste en un aparato para mantener unas reservas tanto de una solución concentrada de un material captador de neutrones como de una solución diluida del mismo, comprendiendo dicho aparato un recipiente de almacenamiento de solución concentrada y un recipiente de almacenamiento de solución diluida, y al menos un primer y un segundo intercambiadores de iones que dependen de la temperatura en cuanto a su capacidad de almacenamiento de material captador de neutrones, caracterizado por que dichos recipientes están conectados a dichos intercambiadores de iones por conductos que tienen válvulas que permiten el flujo de solución caliente desde el re-

25
30

400386

- 8



5 recipiente de baja concentración, a través de dicho primer
o dicho segundo de los intercambiadores de iones y solu-
ción fría desde el recipiente de almacenamiento de alta
concentración a través del segundo o del primero de los
10 intercambiadores de iones, respectivamente, al recipien-
te de almacenaminto de solución diluida. En esta dispo-
sición, la solución concentrada es hecha pasar a baja
temperatura desde el recipiente de almacenamiento de so-
lución concentrada a un segundo recipiente de almacena-
15 miento de solución diluida, selectivamente a través de
uno de entre dos intercambiadores de iones, teniendo di-
cho intercambiador de iones un bajo contenido en boro,
con lo cual la solución concentrada se convierte en una
solución diluida, y la solución diluida procedente del
20 recipiente de almacenamiento de solución diluida es con-
ducida, a elevadas temperaturas, al recipiente de alma-
cenamiento de solución concentrada, a través del otro in-
tercambiador de iones que tiene un alto contenido en boro,
con lo cual el boro almacenado en el otro intercambiador
de iones es sacado del mismo y llevado por la solución al
25 recipiente de almacenamiento de solución concentrada.

Se repite el anterior procedimiento tantas
veces como sean necesarias para llegar a cualquier concen-
tración que se desee de solución de boro en el depósito
25 de almacenamiento de alta concentración, y a cualquier
dilución que se desee en el depósito de almacenamiento de
baja concentración. Esto es posible debido a que las con-
diciones de flujo caliente y de flujo frío son esencial-
mente constantes, y lo que ocurre en cada intercambiador
30 de iones depende principalmente de la cantidad de boro

400386



que haya almacenado en el mismo y de la cantidad de boro que haya en el caudal. En consecuencia, el primer ciclo puede considerarse como de ajuste de los niveles de almacenamiento para concentraciones ventajosas para el máximo rendimiento del segundo ciclo. Además, en cada repetición del procedimiento se tiene que los niveles de concentración son más altos en el depósito de almacenamiento de alta concentración y más bajos en el depósito de almacenamiento de baja concentración.

10 El invento se pondrá mejor de manifiesto de la descripción que sigue de una realización preferida del mismo ilustrada, a modo de ejemplo únicamente, en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

15 La Figura 1 ilustra, en un diagrama de proceso, el procedimiento de este invento;

La Figura 2 es un gráfico del nivel de boro, en partes por millón, en el afluente en función del boro almacenado en un intercambiador de iones;

20 La Figura 3 es un gráfico que indica la variación con el tiempo del almacenamiento de boro en un intercambiador de iones; y

La Figura 4 es un gráfico que indica la variación con el tiempo de la liberación de boro desde un intercambiador de iones.

25 Como se ha ilustrado en la Figura 1, un reactor nuclear 10 tiene una pluralidad de circuitos cerrados de refrigerante principal asociados con el mismo, habiéndose representado solamente uno de estos circuitos cerrados de refrigerante. Cada circuito cerrado contiene 30 un generador de vapor de agua 12, una bomba principal de

400386



refrigerante 14 y un conducto de refrigerante de ciclo cerrado 16, como es bien sabido en la técnica. Hay conducciones de flujo de descenso 18 y 20 conectadas al ramal frío del conducto 16 de circuito cerrado entre la
5 bomba de refrigerante principal 14 y el reactor 10. El fluido retirado del circuito cerrado de refrigerante principal 16 es conducido a través del conducto 18 a un depósito 22 de almacenamiento de alta concentración.

El fluido que hay en el depósito 22 de
10 alta concentración es conducido continuamente, o semicontinualmente, a través de un sistema de intercambio de iones al depósito 24 de almacenamiento de baja concentración, y es hecho retornar de nuevo mientras se ajustan a los niveles más ventajosos las concentraciones tanto
15 en el depósito 22 de almacenamiento de alta concentración como en el depósito 24 de almacenamiento de baja concentración. El fluido puede ser luego conducido desde ya sea el depósito de almacenamiento de alta concentración, o más en particular un depósito 26 de almacenamiento de
20 ácido bórico utilizado para dotar al sistema de una mayor capacidad de almacenamiento, o ya sea desde el depósito 24 de almacenamiento de baja concentración, a través del conducto 20, de vuelta al circuito cerrado 16 de refrigerante principal.

El sistema de intercambio de iones comprende principalmente un precalentador 30, un prerrefrigerador 32, un primer juego de intercambiadores de iones 34, un segundo juego de intercambiadores de iones 36, un calentador 38 y un refrigerador 40. La dirección del flujo a través de este sistema se cambia de acuerdo con una
30

400386



5 secuencia de tiempos predeterminada, para proporcionar tanto un suministro de ácido bórico de alta concentración en el depósito 22 de almacenamiento de alta concentración, como un suministro de ácido bórico muy diluido en el depósito de almacenamiento 24.

10 Antes de describir el modelo de flujo utilizado para obtener este resultado, es primeramente necesario hacer resaltar ciertas características de los lechos 34 y 36 de intercambio de iones. Con referencia a la Figura 2, puede verse en ella que se almacenan más iones de boro en un intercambiador de iones que tenga un afluente frío que en otro que tenga un afluente caliente. También se puede observar del estudio del gráfico del nivel en partes por millón del afluente en función del boro almacenado en el intercambiador de iones, que se 15 obtiene mayor capacidad de almacenamiento para niveles en partes por millón más altos que para niveles en partes por millón más bajos, y viceversa. En consecuencia, cuanto más alta sea la concentración de boro en el flujo que llega a un intercambiador de iones, tanto más boro 20 será separado y almacenado en el lecho de iones. La Figura 3 ilustra que un intercambiador almacenará una cantidad casi constante de boro del fluido que pasa a su través durante un cierto período de tiempo, y que al quedar luego saturado la concentración de boro en el 25 efluente aumenta acusadamente. La Figura 4 indica que la cantidad de boro liberado de un lecho de intercambio de iones que tenga un caudal caliente aumenta muy rápidamente y luego disminuye rápidamente a medida que se va disminuyendo la cantidad de boro en el lecho. De los gráfi- 30

400386

- 8



cos de las Figuras 3 y 4, puede calcularse la secuencia en el tiempo para el procedimiento en dos ciclos de variación de la concentración de boro en el depósito de almacenamiento de alta concentración y en el depósito de almacenamiento de baja concentración, como es conocido en la técnica.

Como anteriormente se ha indicado, el procedimiento de este invento se efectúa siguiendo un modo en dos ciclos, siendo conmutado el flujo desde cada depósito de almacenamiento entre los intercambiadores de iones 34 y 36. Para realizar esta función se utilizan dos juegos de válvulas mandadas a distancia. El primer juego comprende las válvulas 42, 44, 46 y 48, y el segundo juego comprende las válvulas 50, 52, 54 y 56. Durante el primer ciclo las válvulas 42, 46, 50 y 54 están abiertas, y las válvulas 44, 48, 52 y 56 están cerradas. El líquido sigue entonces desde el depósito 22 de almacenamiento de alta concentración, a través de una bomba 60, a través de un prerrefrigerador 32, a través del refrigerador 40 mantenido frío por un enfriador 62, por medio de la válvula 50 a los intercambiadores de iones 34, los cuales separan el boro del líquido, y luego por medio de la válvula 46 y de los tubos del prerrefrigerador 32 al depósito 24 de almacenamiento de baja concentración. Simultáneamente, el líquido del depósito 24 de almacenamiento de baja concentración es conducido a través de la bomba 62, a través de un precalentador 30, de un calentador 38, y por medio de la válvula 54 a los intercambiadores de iones 36, los cuales añaden boro al líquido que pasa a su través y luego, por medio de la

400386



válvula 42 y de los tubos del precelantador 30, al depósito 22 de almacenamiento de alta concentración.

5 Al final del ciclo descrito en lo que antecede del procedimiento de dos ciclos temporizados, suponiendo que las concentraciones de boro en los intercambiadores de iones 34 y 36 fuesen aproximadamente iguales, y que las concentraciones en los depósitos de almacenamiento 22 y 24 fuesen iguales al principio del ciclo, estará claro que se ha aumentado la concentración en el
10 depósito 22 de almacenamiento de alta concentración, ya que se ha arrastrado boro por lavado fuera de los intercambiadores de iones 36. Además, puesto que se ha almacenado en los intercambiadores 34 boro del flujo que viene del depósito 22 de almacenamiento de alta concentración, la concentración de boro en el depósito de almacenamiento 24 es ahora inferior a la original.

Después de haber sido intercambiada una cantidad predeterminada de líquido entre los depósitos 22 y 24, la cual puede ser regulada mediante el ajuste
20 del gasto a través de los intercambiadores de iones 34 y 36 de modo que los tiempos transcurridos hasta el punto 70 en el gráfico de la Figura 3 y hasta el punto 72 en el gráfico de la Figura 4 sean aproximadamente iguales, se invierte el flujo. A fin de invertir el flujo,
25 se cierran las válvulas 42, 46, 50 y 54, mientras que se abren las válvulas 44, 48, 52 y 56. En consecuencia, el flujo procedente del depósito 22 de almacenamiento de alta concentración es prerenfrigerado en el refrigerador 32, refrigerado además por el enfriador 40 como antes,
30 pero es enviado a través del intercambiador de iones 36

400386

- 8 A



antes de entrar en el depósito 24 de almacenamiento de
baja concentración. De una manera similar, el flujo pro-
cedente del depósito 24 de almacenamiento de baja concen-
tración es precalentado una vez más, de nuevo por el ca-
5 lentador 30, calentado hasta una temperatura más alta
por un calentador 38, aunque conmutado al intercambiador
de iones 34 antes de entrar en el depósito 22 de almace-
namiento de alta concentración. Este ciclo se traduce
también en que se aumenta la concentración de boro en
10 el depósito 22 de alta concentración, y se disminuye la
concentración de boro en el depósito 24 de baja concen-
tración. Esto ocurre debido a que se almacenó boro adi-
cional en los intercambiadores de iones 36 antes de ser
conducido el flujo al depósito 24 de almacenamiento de
15 baja concentración -habiendo sido lavados los intercamb-
biadores de iones 36 durante el primer ciclo de esta re-
petición, para aumentar así su capacidad de almacenamien-
to. De igual manera, la concentración en el depósito 22
de alta concentración aumenta acusadamente ya que los
20 intercambiadores de iones 34 fueron lavados arrastrando
de los mismos una parte sustancial de su boro, el cual
fué almacenado durante el primer ciclo de esta repeti-
ción.

La regulación del segundo ciclo se deter-
25 mina de la misma manera que la del primer ciclo, y se
restablecen las válvulas a sus posiciones iniciales.

Deberá por tanto resultar claro que al
proporcionar dos juegos de intercambiadores de iones 34
y 36 y al conducir el fluido refrigerado desde el depó-
30 sito 22 de almacenamiento de alta concentración yendo y

400386



5 viniendo entre los dos intercambiadores de iones 34 y 36,
y al conmutar el fluido calentado desde el depósito de
almacenamiento de baja concentración yendo y viniendo
entre los dos juegos de intercambiadores de iones 34 y
10 36, cada ciclo en cada repetición del procedimiento de
dos ciclos temporizados hace que la concentración en el
depósito 22 de almacenamiento de alta concentración sea
sucesivamente aumentada, y que la concentración en el
depósito 24 de almacenamiento de baja concentración sea
15 sucesivamente disminuida. Este procedimiento puede con-
tinuarse esencialmente hasta que la concentración en el
depósito 24 de almacenamiento de baja concentración lle-
gue a ser nula.

15 Como anteriormente se ha mencionado, el de-
pósito de almacenamiento 22 de alta concentración es pe-
riódicamente vaciado a través de una válvula 74 en un
depósito 26 de ácido bórico, para así dotar al sistema
de una cierta flexibilidad de almacenamiento. Para el
funcionamiento del reactor, y más en particular para va-
20 riar la concentración de boro en el mismo, pueden utili-
zarse las válvulas 76 y 78 para, alternativamente, in-
yectar ácido bórico de alta concentración a través de
la conducción 20 en el reactor nuclear, o ácido bórico
de baja concentración por medio de la válvula 78 de la
25 conducción 20 en el reactor. Puede observarse, además,
que ambas conducciones están asociadas a través de un
intercambiador de calor regenerativo 80, el cual conser-
va la energía total del sistema.

30 Pueden efectuarse muchas modificaciones
en el procedimiento descrito, sin rebasar el alcance de

400386



este invento. El propio reactor 10 puede ser utilizado
periódicamente como depósito de almacenamiento de alta
concentración y periódicamente como depósito de almace-
namiento de baja concentración, según los exijan las con-
5 diciones de funcionamiento. Así, cuando las condiciones
de funcionamiento exigen dentro del reactor 10 una con-
centración de boro cada vez más alta, por ejemplo, puede
utilizarse el reactor 10 como depósito de almacenamiento
de alta concentración. Este sistema exigiría entonces
10 solamente un depósito de almacenamiento, el cual servi-
ría como depósito de almacenamiento de alta concentra-
ción cuando el reactor estuviese funcionando en un modo
que exigiese menos boro, y como depósito de almacenamien-
to de baja concentración cuando el reactor exigiese más
15 boro. El modelo de flujo sería el mismo que el anterior-
mente descrito, con adición de conductos y válvulas para
permitir la conmutación de las funciones (de almacenamien-
to de alta concentración o de almacenamiento de baja con-
centración) entre el reactor 10 y el único depósito de
20 almacenamiento.

También se podría llevar a la práctica
el método de un modo eficaz con un solo intercambiador
de iones o con un solo juego de intercambiadores de io-
nes. El flujo alternaría entonces continuamente entre:
25 depósito de almacenamiento de alta concentración, al ca-
lentador, al intercambiador de iones, al depósito de al-
macenamiento de baja concentración, y depósito de alma-
cenamiento de baja concentración, al refrigerador, al
intercambiador de iones, al depósito de almacenamiento
30 de alta concentración. El procedimiento seguiría entonces

400386



consistiendo en arrastre por lavado o en almacenamiento de boro en cada ciclo, de tal modo que el siguiente ciclo fuese más eficaz que lo que podría serlo en otro caso.

5 Puede además utilizarse una combinación de las modificaciones indicadas en lo que antecede, cuando el objeto sea llevar a la práctica el invento con un mínimo de equipo.

R E I V I N D I C A C I O N E S

10 Los puntos de invención propia no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Introducción, por DIEZ años, son los siguientes:

15 1.- Un aparato para mantener unas existencias tanto de una solución concentrada de un material captador de neutrones como de una solución diluida del mismo, comprendiendo dicho aparato un recipiente de almacenamiento de solución concentrada y un recipiente
20 de almacenamiento de solución diluida, y al menos un primer y un segundo intercambiadores de iones que dependen de la temperatura por lo que se refiere a su ca-



400386



biador de calor dispuesto en el conducto que conduce desde los intercambiadores de iones al depósito de almacenamiento de alta concentración.

5 3 ó 4, caracterizado por conductos que conectan ambos depósitos de almacenamiento a dicho recipiente del reactor, y medios valvulares en dichos conductos, por los cuales puede ser hecho retornar el líquido al reactor desde cualquiera de los dos depósitos de almacenamiento.

10 6.- Un aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque el conducto que conduce desde el depósito de almacenamiento de alta concentración al reactor incluye un depósito de almacenamiento de ácido bórico adicional.

15 7.- Un aparato para controlar la existencia de material captador de neutrones, tanto en solución concentrada como diluida, en reactores nucleares.

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

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

Madrid,
P.A.

8 ABR 1972

Alberio de Ezaburu
Por Poder

JJV

1.4.72

- 14 -

400386

400386

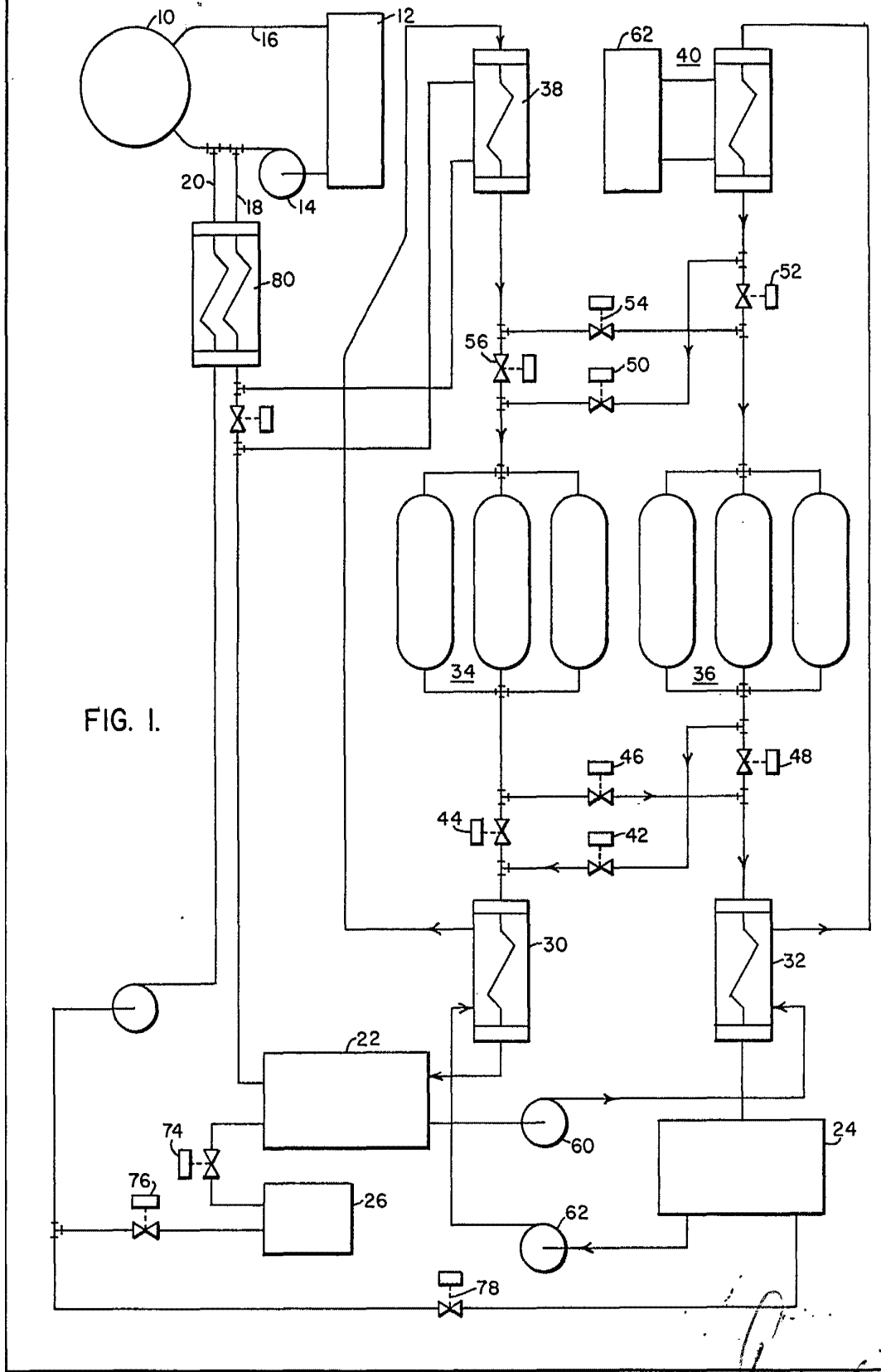


FIG. I.

400386

-8 APR



FIG. 3.

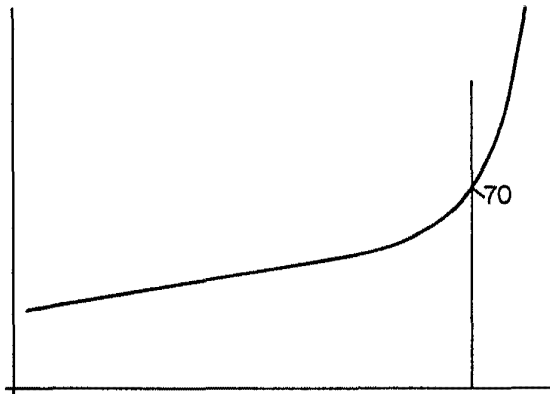


FIG. 4.

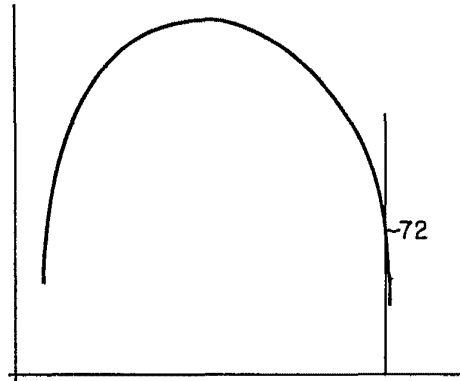
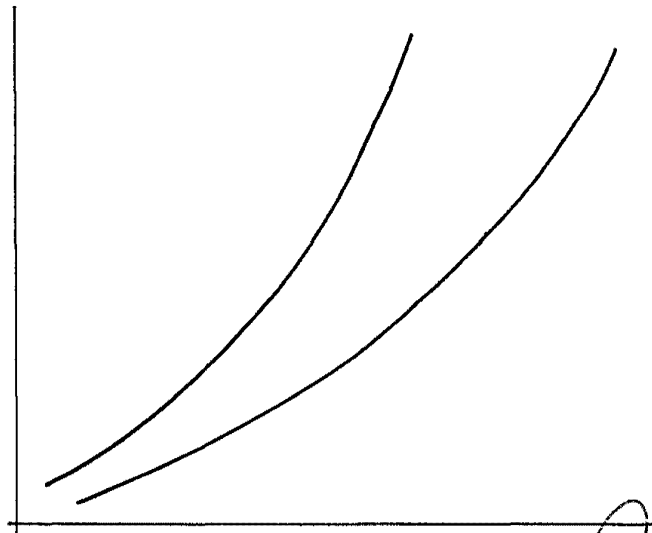


FIG. 2.



Alberto del Banchero
for Patent