

32



328378

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

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,  
sus territorios y plazas de soberanía, a  
favor de:

TAM MET INTERNATIONAL

entidad norteamericana con domicilio en  
33, North La Salle Street, CHICAGO, U.S.A.,  
por:

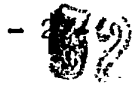
"METODO DE FABRICACION DE ALEACIONES ME  
TALICAS"

=====

Inventor: Carlos Pardo

Prioridad: Solicitud de patente en U.S.A.  
nº 474.625, de fecha 26 Julio  
1965.

328378



15 JUN 1955



MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere en general a un procedimiento para la producción de una aleación metálica a partir de desperdicios de metal, y particularmente se refiere a la producción de aleación de ferrotitanio a partir de desperdicios de titanio en forma de virutas de acepillado, de taladrado, de torneado o en cualquier otra forma finamente dividida. Más particularmente, la invención proporciona un procedimiento para la fusión por inducción en el aire de desperdicios de titanio finamente divididos, para producir aleaciones de ferrotitanio. - - - - -

Los desperdicios de titanio finamente divididos o en forma de baja densidad aparente, esto es virutas de torneado, acepillado, etc. y similares, son conocidos como altamente pirofóricos. La piroforia se define como una fuerte tendencia a la oxidación de modo que el material tiene una gran tendencia a inflamarse espontáneamente en presencia de aire con efectos rápidos, si no explosivos. La piroforia de los desperdicios de titanio de baja densidad aparente y la relativamente baja densidad específica del material, hacen que la técnica normal de fusión al aire sea muy poco práctica. El material cargado tiende a flotar sobre la superficie del caldo, por lo que el calentamiento por radiación o conductividad de la carga conduce entonces a una oxidación excesiva, o incluso a la inflamación de la carga con una baja recuperación resultante. Dado que se sabe que el titanio reacciona fuertemente a su temperatura de fusión con todos los mate-

328378

15 JUN. 1968

riales de recubrimiento refractario conocidos para crisoles de fusión, es extremadamente difícil aplicar prácticas normales de fusión a la producción de aleaciones ricas en titanio a partir de tales desperdicios. - - - - -

5. Asimismo el titanio reacciona también fuertemente a la temperatura de fusión del hierro. - - - - -

10. Ha sido posible utilizar trozos de desperdicios de titanio relativamente grandes, tales como aletas de compresor de turbinas de gas, en la producción de ferrotitanio debido a la relativamente alta densidad aparente de los mismos y a la facilidad de inmersión de estas piezas más grandes. Sin embargo, desde el punto de vista económico, los materiales sólidos grandes son muchas veces más caros que los desperdicios de titanio finamente divididos, para un mismo peso. Estos desperdicios finamente divididos son los más abundantes y, al mismo tiempo constituyen un indeseable material de desecho. - - - - -

20. Un principal objeto de esta invención es proporcionar un método para producir aleaciones de ferrotitanio a partir de titanio y desperdicios de aleaciones de titanio del tipo finamente dividido, de baja densidad aparente. - -

25. Otro objeto de esta invención es proporcionar un método de cargar desperdicios de titanio finamente divididos, de baja densidad aparente, en un baño de ferroaleación fundida, encerrando los desperdicios dentro de un tubo de hierro o acero, en proporciones predeterminadas. - - - - -

Otro objeto de esta invención es proporcionar un

328378-4-



método para mantener una composición dada de aleación durante la fusión por ajuste de la relación de peso de desperdicio de titanio o de aleación de titanio respecto al peso del tubo de hierro que contiene los desperdicios. - - -

5. Otro objeto de esta invención es proporcionar un método por medio del cual se encierran desperdicios de titanio o de aleación de titanio de baja densidad aparente y conocida en un tubo de hierro o acero por lo cual la relación de titanio respecto al hierro está en o cerca de la composición eutéctica de la aleación de ferrotitanio lo que permite fundir a temperaturas relativamente bajas. - -

10. Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para producir aleación de ferrotitanio utilizando desperdicios de titanio finamente divididos, de baja densidad aparente, el cual procedimiento comprende las etapas de disponer los desperdicios de titanio en un tubo de hierro o acero, ajustar la relación de peso de desperdicios de titanio respecto al peso del tubo comparando la densidad aparente del material de desperdicio y la dimensión del tubo y el espesor de pared del mismo para producir la relación deseada de hierro-titanio, sellar el tubo y cargar los tubos con desperdicios en un caldo de ferrotitanio cubierto por una capa apropiada, no reaccionante, de sales líquidas, eligiéndose la relación de composición de titanio respecto al hierro en o cerca de la composición eutéctica de la aleación de ferrotitanio. - - - - -

Se considera que el procedimiento de componer



aleaciones metálicas, por medio de fusión por inducción en el aire, que comprende la etapa de cubrir el caldo de metales con una capa líquida de una sal metálica puede aplicarse en general a esta técnica. - - - - -

5. La utilización de la expresión "fusión por inducción en el aire" se propone para distinguir esta técnica de la técnica de la fusión de metales al vacío o en presencia de gases inertes. Como es generalmente conocido, la fusión, por inducción en el aire, de desperdicios de titanio finamente divididos para producir ferrotitanio es un método muy poco práctico, peligroso y, usualmente, desastroso. El procedimiento descrito anteriormente se considera que es el primer método seguro conocido en la técnica para producir aleación de ferrotitanio por medio de fusión por inducción en el aire de desperdicios de titanio finamente divididos. El procedimiento se describe en los párrafos siguientes y se ilustra esquemáticamente, en sus etapas, en el plano anexo, en el cual: - - - - -
- 10.
- 15.

- A: Representa la provisión de un tubo de hierro;
20. B: Representa la provisión de los desperdicios de titanio con baja densidad aparente; C: Representa la provisión de ferrotitanio de alta densidad aparente; D: Representa la provisión de sal metálica; E: Representa la provisión de una "briqueta" de extremos abiertos en la que se ha ajustado la relación de hierro-titanio; F: Representa la provisión de ferrotitanio recubierto por sal en crisol de in-
- 25.

328378 - 6 -



- ducción; G: Representa la provisión de una briqueta con extremos cerrados; H: Representa la provisión de un caldo de ferrotitanio, a temperatura eutéctica, cubierto con sal fundida y recalentado; I: Representa la provisión de un
5. caldo cubierto de sal después de que el crisol se ha llenado por adiciones sucesivas de briquetas con extremos cerrados y; J: Representa la provisión de la aleación de ferrotitanio deseada. - - - - -

- Los desperdicios de titanio de pequeño tamaño, que pueden citarse como "virutas de torneado, de taladrado, etc. del tipo de paleo", se disponen en un extremo cerrado de un tubo de hierro o acero. La fuente de tales desperdicios de titanio de pequeño tamaño puede ser los desechos industriales tales como material de desperdicios de acepillado, taladrado, torneado y similares, finamente dividido, considerado ahora como desecho y que se halla fácilmente a partir de máquinas de tratar titanio y piezas que contienen aleaciones de titanio. El material de desperdicio perfectamente apropiado para la utilización en el procedimiento nuevo es conocido en la técnica como "virutas de torneado, de taladrado, etc., del tipo de paleo". En general, el ancho deseado de la viruta es de 1/16"-1/4" (aproximadamente, 1.5 - 6.5 mm). La relación de peso de desperdicios de titanio respecto al peso del tubo se determina según la deseada composición química de la aleación de ferrotitanio deseada. Con el conocimiento de la composición y de la densidad aparente de los desperdicios, pueden ele-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



- girse las dimensiones y el espesor de pared del tubo para producir la relación deseada. La densidad aparente de los desperdicios puede alterarse por medio de operaciones de desmenuzado y/o dimensionado. Si se desea, pueden mezclarse
- 5. desperdicios de hierro con los desperdicios de titanio para proporcionar una aleación de ferrotitanio con mayor contenido de hierro. El extremo abierto del tubo se cierra entonces, por ejemplo por rebordeado o tapado. Puede prevenirse una salida en los extremos o a lo largo del tubo para
  - 10. permitir que el aire encerrado escape durante las siguientes operaciones de calentamiento y fusión. El desperdicio utilizado debe ser de un tipo substancialmente libre de materia extraña, aceites, suciedad, agua, etc., que podrían causar un excesivo desprendimiento de gases durante las
  - 15. operaciones de fusión. La longitud de los tubos preparados es relativamente poco importante y se determina únicamente sobre la base de la fácil manipulación para cargarlos en el horno. En general se prefieren longitudes de tubo desde dieciocho pulgadas a cuatro pies (aproximadamente, 45 a 122
  - 20. cm). - - - - -

Con objeto de diferenciar entre los tubos de hierro huecos y los tubos llenos de desperdicios, los últimos se indicarán alternativamente como "botes" o "briquetas". La utilización de la expresión "briqueta" no comprende los materiales que se forman, generalmente a alta presión, de

- 25. hierro y titanio en esponja, y que se utilizan generalmente en lugar de aleaciones patrón por adición de titanio para formar las aleaciones finales tales como acero inoxidable. -

328378

15 JUN



- Antes de cargar los tubos llenos de desperdicios, llamados briquetas, en un horno de inducción, se funde una carga compuesta de grandes sólidos, preferentemente de la composición de aleación deseada, en un crisol de horno que
5. tiene un recubrimiento que presenta una estabilidad razonable en contacto con el ferrotitanio. Tal recubrimiento se hace generalmente de materiales que tienen un contenido elevado de alúmina o magnesia. El volumen de la carga de sólidos grandes fundidos puede ser en general de 10 a
10. 30 % de la capacidad del crisol. Durante la fusión, esta carga debe protegerse de la oxidación. Esta protección se proporciona según la invención por la provisión de una capa apropiada de sales líquidas no reaccionantes. Los materiales que se prefiere utilizar para tal capa de sales líquidas comprenden el cloruro de bario, las mezclas de cloruro de bario y de cloruro de sodio, la criolita y las mezclas similares de cloruros o fluoruros, que son relativamente estables con el ferrotitanio a la temperatura de
15. fusión generalmente empleada. - - - - -
20. Una vez se ha fundido completamente la carga de sólidos grandes, se recalienta a un grado que evite un enfriamiento excesivo durante la operación de carga de tubos. Entonces se hace descender, en el crisol de horno o revestimiento refractario, un tubo lleno de desperdicios. El
25. extremo inferior del tubo penetra primero en la capa de sales y después entra en contacto con el metal líquido. Se establece con ello un contacto íntimo entre el metal del bote, el metal de desperdicios y la aleación líquida del horno. Tiene lugar la difusión líquido-sólido, haciendo



- que tanto el bote como los materiales de desperdicio se disuelvan en el caldo. Dado que la relación del titanio respecto al hierro del bote y su contenido es aproximadamente la misma que la del caldo, no tiene lugar un apreciable cambio de composición dentro del caldo durante la solución del bote y del metal de desperdicio de dentro de éste. Cuando los materiales metálicos están fundidos, la superficie del caldo continúa protegida por la capa de sales derretidas por lo que se evita la oxidación. Cuando cada bote y su contenido se han fundido pueden cargarse en el horno un nuevo bote y sus correspondientes desperdicios. Esto prosigue hasta que el crisol está lleno en la cantidad deseada. - - - - -
- 5.
- 10.

- La aleación fundida se recupera en general por sangrado. Antes del sangrado, se elimina la mayor parte de la capa de sales, por vertido o recogido, de manera conocida. Si debe fundirse otra carga de la misma composición de aleación, sólo se cuelean cuatro quintos del líquido en moldes de colado convenientes. El resto sirve de base para continuar las operaciones de fusión. La sal decantada se cuele de nuevo en el crisol antes de proseguir la operación de fusión. Dicha sal puede utilizarse muchas veces como capa según la estabilidad y el nivel contaminante de la misma. Desde luego, se recomienda un análisis a intervalos razonables.
- 15.
- 20.

- La economía de este procedimiento se optimiza cuando la composición fundida está en el intervalo del 60 % a 75 % de titanio. Esto es debido a la temperatura relativamente baja (en líquido) de tales aleaciones en contraste con
- 25.

328378

15 JUN. 1968



5. otras composiciones de ferrotitanio. Esta baja temperatura en líquido reduce grandemente la reactividad entre el caldo, los recubrimientos del horno y la escoria. También se requiere menos potencia eléctrica para la fusión completa. Sin embargo si se requirieran composiciones de ferroleación del intervalo de 10 a 80 % de titanio, podrían producirse más económicamente por dilución de la composición óptima de caldo con desperdicios sólidos de hierro o de titanio. - - - - -

10. Otra ventaja del método según la presente invención es la capacidad para controlar el contenido de carbono de las aleaciones fundidas por el procedimiento, variando simplemente de 0.05 % a 8.0 % por selección de los materiales de desperdicio de contenido de carbono apropiado

15. y/o la utilización de grafito sólido en el bote. Así, el procedimiento es capaz de producir productos de aleación que se venden en el mercado como ferrotitanio al carbono bajo, medio y alto. De una manera similar, los límites de composición de los llamados elementos extraños, tales como

20. aluminio, vanadio y silicio, pueden determinarse por medio de la composición de los desperdicios de carga. - - - - -

A título de ejemplo, el procedimiento según la invención fué completamente eficaz para formar una aleación de ferrotitanio compuesta como sigue: - - - - -

25.	Titanio	66.6 %
	Hierro	25.0 %
	Vanadio	2.4 %



320378

Silicio	0.4 %
Carbono	0.1 %
Aluminio c.a.	5.5 %

Una sola sección de tubo de hierro formado por acero

5. SAE 1015 y que tenía una composición como sigue: - - - - -

Carbono	0.13-0.18 %
Manganeso	0.30-0.60 %
Fosforo	0.04 % (máx.)
Azufre	0.05 % (máx.)
10. Hierro	resto

Se llenó con virutas de titanio que tenían una composición como sigue: - - - - -

Aluminio	5.5-6.75 %
Vanadio	3.5-4.5 %
15. Nitrógeno	0.07 % (máx.)
Carbono	0.01 % (máx.)
Hidrógeno	0.015 % (máx.)
Hierro	0.4 % (máx.)
Oxígeno	0.3 % (máx.)

20. con 3.78 libras (aproximadamente, 1.7 kg) de desperdicios llenando un tubo que pesaba 1.22 libras (aproximadamente, 0.55 kg). Tales pesos, desde luego, dependen de la longitud del tubo. Si se utilizara un tubo más largo, el peso total de los pesos de desperdicios y de tubo sería mayor. -

25. El tubo así llenado se selló y se cargó en un caldo su percalentado, cubierto con sales fundidas mantenido a

328378



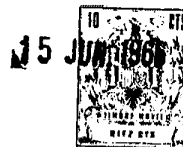
2.450°F ± 50° (aproximadamente, 1.340°C ± 10°) durante la carga y la fusión. El producto resultante se coló a la mis ma temperatura de 2.450°F. - - - - -

5. La temperatura eutéctica de la aleación de la composición particular producida y descrita anteriormente no es específicamente conocida. Se supone que la temperatura eutéctica de dicha aleación resultante queda entre 2050°F y 2100°F (aproximadamente, 1130 y 1140°C). - - - - -

10. Además, cuando se utilizan tubos de hierro de diámetro muy grande, pueden incluirse desperdicios de hierro o acero en forma de virutas de torneado, taladrado, etc. y similares como medio para ajustar la composición de hierro en la ferroaleación producida. Tal inclusión compensa los dos problemas que podrían hallarse con la utilización de tubos de diámetro grande. En primer lugar, puede hallarse un problema de difusión dado que el material del centro del tubo está rodeado por desperdicio de titanio en todas las direcciones radiales. En segundo lugar, el volumen encerrado respecto a la relación de masa de hierro aumentará cuando aumente el diámetro del tubo. Así, es factible la utilización de algo de desperdicio de hierro o acero en la mezcla de desperdicio de titanio bajo tales circunstancias. - - - - -

25. Si bien se reconoce que la utilización de baños de sales derretidas para tratar metales en caliente es ampliamente conocida, el solicitante supone que los baños de sales derretidas no se han utilizado nunca para fundir metales o formar composiciones de aleación. - - - - -

328378



Las llamadas aleaciones patrón de ferrotitanio se producen en general por la reducción de óxidos de ferrotitanio, tales como ilmenita con un agente reductor tal como aluminio, en hornos eléctricos de arco. Estos procedimientos para preparar tales aleaciones patrón son por ello relativamente caros, y las aleaciones patrón son igualmente caras. La utilización del procedimiento según la invención permitirá producir aleaciones patrón más económicamente y, ventajosamente, utilizar un material que es un desperdicio corriente. Se supone que el procedimiento según la invención ha sido descrito con suficiente detalle para permitir que un entendido en la materia lo ponga en práctica. - - - - -

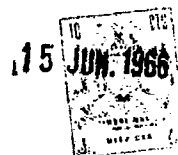
N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - - -

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

1.- Método de fabricación de aleaciones metálicas, y más particularmente de aleaciones de ferrotitanio utilizando desperdicios de titanio finamente divididos de baja densidad aparente, caracterizado porque comprende las etapas de encerrar desperdicios de titanio en un tubo de hierro o acero, ajustar la relación del peso de los desperdicios de titanio al peso del tubo por comparación de la densidad aparente del material de desperdicio y la dimensión y el espesor de pared del tubo para producir la relación deseada de

328378



hierro-titanio, y cargar los tubos llenos de desperdicios en un caldo de ferrotitanio cubierto por una capa de sales líquidas no reaccionantes, eligiéndose la relación de composición del titanio al hierro en o cerca de la composición eutéctica de la aleación de ferrotitanio. - - - - -

5.

2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la sal líquida comprende un cloruro o fluoruro metálico. - - - - -

10.

3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la relación titanio-hierro está en el intervalo de 60 a 75% de titanio. - - - - -

15.

4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de carbono de la aleación de ferrotitanio se controla por la adición al tubo de hierro de desperdicios que contienen carbono. - - - - -

20.

5.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de carbono de la aleación de ferrotitanio se controla por la adición de grafito sólido al tubo que lleva los desperdicios. - - - - -

6.- Método de fabricación de aleaciones metálicas, caracterizado por la fusión de material de desperdicio a la temperatura eutéctica de la aleación a obtener. - - - - -

25.

7.- Método de fabricación de aleaciones metálicas, caracterizado porque, para la formación de aleaciones metálicas por fusión por inducción en aire, comprende la etapa de cubrir el caldo de metales con una capa líquida de una sal de metal. - - - - -

323378



8.- Método según la reivindicación 7, caracterizado por que la sal se elige del grupo compuesto de cloruro y fluoruro de metal. - - - - -

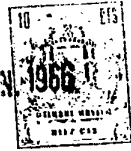
5. 9.- Método de fabricación de aleaciones metálicas, y más particularmente de aleaciones de ferrotitanio que tienen un contenido elegido de titanio en el intervalo desde 10 a 80 % de titanio, utilizando material de desperdicio que contiene titanio de baja densidad aparente en forma de virutas de torneado, acepillado, taladrado y similares, caracterizado porque comprende las etapas de formar primero una briqueta rellenando un tubo que contiene hierro con el metal de desperdicio por lo que la relación de titanio respecto al hierro en dicha briqueta es igual a la composición de la aleación deseada acabada, cerrar los extremos del tubo lleno-  
10. do de desperdicios, introducir las briquetas así cerradas, una cada vez, en un recipiente que contiene un caldo de aleación de ferrotitanio de alta densidad aparente y una capa de escoria líquida hasta que el recipiente esté lleno y sacar después una cantidad substancial de la aleación de ferrotitanio del recipiente. - - - - -  
15.  
20.

10.- Método según la reivindicación 9, caracterizado porque la relación titanio-hierro de la briqueta se aproxima a la composición eutéctica de la aleación de ferrotitanio elegida, lo que permite fundir a temperaturas relativamente bajas. - - - - -  
25.

11.- Método según la reivindicación 9, caracterizado porque la escoria líquida comprende un cloruro o fluoruro

328378

15 JUN 1966



de metal. - - - - -

12.- Método según la reivindicación 11, caracterizado porque la relación titanio-hierro de las briquetas está en el intervalo de 60 a 75 % de titanio. - - - - -

5. 13.- Método según la reivindicación 11, caracterizado porque el contenido de carbono de la aleación de ferrotitanio se controla por la adición de desperdicios que contienen carbono a los tubos de hierro. - - - - -

10. 14.- Método según la reivindicación 11, caracterizado porque el contenido de carbono de la aleación de ferrotitanio se controla por la adición de grafito sólido a las briquetas que llevan los desperdicios. - - - - -

15. 15.- Método según la reivindicación 11, caracterizado porque el contenido de carbono de la aleación de ferrotitanio se controla entre 0.05 % a 8.0 %. - - - - -

20. 16.- Método de fabricación de aleaciones metálicas, caracterizado por calentar por inducción aleación de desperdicio al aire bajo un baño de sal fundida y añadir después a dicho caldo de metales a través de la sal cantidades adicionales de mezclas metálicas, para dar la composición deseada de la aleación acabada. - - - - -

25. 17.- Método según la reivindicación 16, caracterizado porque el caldo se recalienta, evitando el enfriamiento del mismo durante la adición de los tubos que llevan los desperdicios. - - - - -



328378

18.- Método según la reivindicación 16, caracterizado porque la temperatura mínima del caldo se mantiene cerca de la temperatura eutéctica de la aleación a formar y se eleva solamente para compensar el enfriamiento durante la adición

5. de los tubos que llevan los desperdicios. - - - - -

19.- "METODO DE FABRICACION DE ALEACIONES METALICAS". -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de diecisiete hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de una lámina de

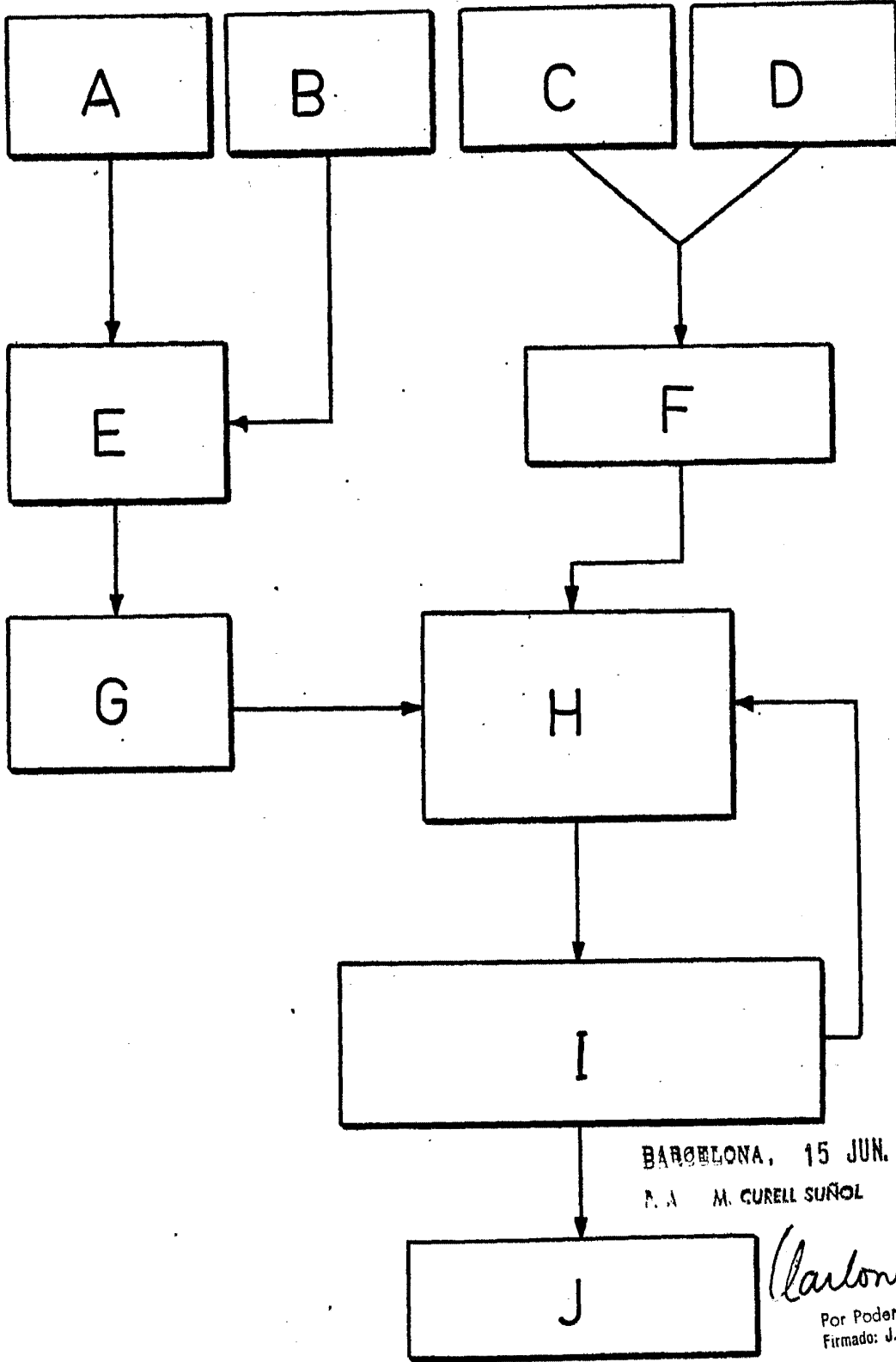
10. dibujos que la ilustra.

BARCELONA, 15 JUN. 1966

P. A. M. CURELL SUÑOL

Por Poder  
Firmado: J. Carbonell

328378



BARCELONA, 15 JUN. 1966

M. A. M. CURELL SUÑOL

*Carltoner*

Por Poder  
Firmado: J. CARBONER