

12 DIC. 1974
12 DIC. 1974

Inst. No. 802C

441,048

PATENTE DE INVENCION
HLF 15433 - C/B 40551/74

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA MOLER PARTICULAS SOLIDAS.

Solicitante: ENGLISH CLAYS LOVERING POCHIN & COMPANY LIMITED,
entidad inglesa, residente en John Keay House, St.
Austell, Cornwall, Inglaterra.

Este invento se refiere a la conminución de materiales sólidos y, de un modo más particular, se refiere a un aparato y un procedimiento para la molturación por frotamiento de sólidos particulados.

5. La conminución de sólidos particulados por molturación



por frotamiento es un procedimiento bien conocido desde aproximadamente 1948 y comprende en esencia la agitación de una mezcla que comprende una suspensión espesa del sólido particulado que se desea reducir y un medio granular de molturación. Este método de moler sólidos se emplea en general cuando se desea reducir un sólido particulado a partículas de tamaño muy pequeño, por ejemplo a partículas todas las cuales hayan de tener prácticamente menos de 53 micras (v.g. pasen a través de un tamiz B.S. de malla N° 300).

5. Se han sugerido diversos diseños de molino para molturación para frotamiento para llevar a cabo un proceso de molturación por frotamiento pero actualmente los molinos de molturación por frotamiento empleados a escala industrial se construyen en general de forma que una suspensión espesa de alimentación de sólido particulado que desea moler pueda alimentarse como una corriente continua al molino en el fondo de una cámara de molturación vertical y de forma que en la suspensión de producto molido pueda rebosar continuamente a través de un tamiz en la parte superior de la cámara de molturación, cuyo tamiz tiene aberturas del tamaño necesario para que el medio granular de molturación quede retenido en la cámara de molturación. Se verá en este caso que el sólido particulado en la suspensión de alimentación consistirá predominantemente en partículas sensiblemente menores que las aberturas del tamiz, y que la finalidad del tamiz es retener el medio de molturación en la cámara de molturación y no determinar el tamaño de partículas de los sólidos en la suspensión de producto molido.

10. Cuando el producto se ha de transportar como una suspensión espesa es conveniente trabajar con la suspensión espesa de alimentación con el contenido de sólidos más elevado posible, pero se ha averiguado que si una suspensión espesa de alimentación con un elevado contenido de sólidos se somete a molturación prolongada en un molino de molturación por frotamiento construido según se ha descrito anteriormente, se genera un
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- calor considerable y el tamiz tiende a quedar cegado por evaporación del líquido de la suspensión y la deposición de sólidos en las aberturas del tamiz. También se ha averiguado que existe la tendencia de que la concentración de medio de molienda granular sea máxima en la parte superior
5. de la cámara de molienda, lo cual significa que la relación de medio de molienda granular a suspensión espesa de alimentación varía en la altura de la cámara de molienda; esto puede ser un inconveniente en algunos tipos de molino de molienda por frotamiento. Otro inconveniente es que con un molino de molienda por frotamiento donde la suspensión espesa de producto molido sale continuamente de la cámara de molienda, existe la tendencia de que el flujo de suspensión espesa de producto molido a través del tamiz se reduzca uniformemente a medida que prosigue el proceso de molienda, porque la suspensión espesa lleva partículas del medio de molienda granular consigo y hace que se alojen en las aberturas del tamiz, con lo que se restringe el flujo. Como la relación de medio de molienda granular a suspensión espesa es importante para determinar la eficacia óptima de molienda, cualquier variación en el flujo de suspensión espesa de producto molido procedente de la cámara de molienda, sin un cambio correspondiente en el flujo de suspensión espesa de alimentación a la cámara de molienda, puede ejercer finalmente un efecto perjudicial en la eficacia del proceso de elaboración.
- 10.
- 15.
- 20.

según un aspecto del invento, se proporciona un aparato para utilizarse en la cominación de sólidos particulados, cuyo aparato comprende:

25. (a) un molino de molienda por frotamiento que comprende una cámara de molienda provista de un impulsor giratorio interno para agitar el contenido de la cámara de molienda, un motor para mover al impulsor, medios de admisión que permiten que una suspensión espesa de alimentación de sólidos particulados que se desea moler se introduzca en la cámara de molienda, y medios de salida o descarga que comprenden un tamiz para
- 30.



- permitir el paso de suspensión espesa de producto molido pero reteniendo el medio de molturación granular en el interior de la cámara de molturación, situándose el tamiz en la posición necesaria para que, cuando se utiliza el aparato, el tamiz quede por debajo de la superficie de una mezcla de medio granular de molturación y suspensión espesa en la cámara de molturación; (b) Un primer dispositivo de control asociado con los medios de admisión y/o con los medios de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento, para controlar los regímenes de flujo de volumen relativo de dicha suspensión espesa de alimentación y la suspensión espesa de producto molido, y (c) un segundo dispositivo de control asociado con los medios de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento y que responden a los cambios en la relación de volumen de medio de molturación granular a suspensión espesa en la cámara de molturación para detener o iniciar el flujo de suspensión espesa de producto molido a través de los medios de salida o descarga.
- 5.
 - 10.
 - 15.

- Según otro aspecto del presente invento, se proporciona un procedimiento para moler partículas sólidas, cuyo procedimiento comprende las etapas de: (a) cargar en una cámara de molturación de un molino de molturación por frotamiento una cantidad de medio granular de molturación y una cantidad de suspensión espesa de alimentación de un sólido particulado que se desea moler para formar una mezcla, siendo las cantidades de medio granular de molturación y de suspensión espesa de alimentación las necesarias para que la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación sea del orden de 0,5:1 a 1,5:1; (b) agitar la mezcla de suspensión espesa de alimentación y medio granular de molturación; (c) admitir cantidades adicionales de suspensión espesa de alimentación a la cámara de molturación mientras se extrae suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación a través de un tamiz previsto en la misma por debajo de la superficie de dicha mezcla, controlándose los flujos de volumen relativo de sus
- 20.
 - 25.
 - 30.



5. pensión espesa de alimentación y producto molido de forma que la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación aumente, y (d) interrumpir la extracción de suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación cuando dicha relación en volumen exceda de un primer valor predeterminado y reanudar la extracción de suspensión espesa de producto molido cuando dicha relación en volumen haya descendido hasta un segundo valor predeterminado.

10. Extrayendo la suspensión espesa de producto molido intermitentemente (mientras se continua introduciendo la suspensión espesa de alimentación), tienen lugar periodos durante los cuales no hay flujo a través del tamiz que, encontrándose por debajo de la superficie de la mezcla en la cámara de molturación, se limpia por acción mecánica de la mezcla en dicha cámara de molturación. Durante el periodo en que se extrae suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación, se extrae a un régimen más rápido que el de introducción de suspensión espesa de alimentación a la cámara de molturación, por lo que el volumen total de material en la cámara de molturación se reduce y aumenta la relación en volumen de medio de molturación granular a suspensión espesa. Durante esta fase, el régimen de extracción de suspensión espesa de producto molido es preferiblemente doble que el régimen de introducción, aproximadamente, de suspensión espesa de alimentación en la cámara de molturación. No obstante, cuando la extracción de suspensión espesa de producto molido se interrumpe, el volumen total de material en la cámara de molturación aumenta y la relación de volumen de medio de molturación granular a suspensión espesa se reduce.

20. El cambio en la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa afecta a la viscosidad de la mezcla en la cámara de molturación y, por lo tanto, permite la verificación de la relación de volumen del medio granular de molturación a suspensión espesa.

30.



para que la extracción de la suspensión espesa de producto molido puede interrumpirse y reanudarse cuando la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa aumenta y se reduce, respectivamente, a niveles predeterminados.

5. El medio granular de molturación se elige según sea la naturaleza del sólido particulado que se desea moler, pero puede definirse como un material sólido granular consistente en granulos mayores que las aberturas en el tamiz, En general, se ha averiguado que se pueden obtener buenos resultados si el tamaño medio de los granulos del medio granular de molturación es del orden de 8 a 12, preferiblemente de unas 10, veces el tamaño medio de las partículas del sólido particulado que se desea molar. El medio granular del orden de 0,15mm a 20,0 mm. preferiblemente del orden de 0,5 mm a 2,0 mm. El medio granular de molturación puede ser de un material mineral, cerámico, metálico o plástico, y a pesar de que normalmente será de material diferente que el material sólido particulado que se desea moler, puede ser también del mismo material. La arena de sílice consistente en granulos con una forma sensiblemente esférica ha demostrado ser conveniente puesto que se puede obtener con facilidad a un precio relativamente barato, La relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa de alimentación en la etapa (a) del proceso de elaboración del invento es preferiblemente la necesaria para que la relación de sus volúmenes sea del orden de 0,9:1 a 1,1:1.
El tamiz en la cámara de molturación se elige convenientemente de forma que sus aberturas no sean mayores que la mitad del tamaño de las partículas menores en el medio granular de molturación al comienzo del proceso de elaboración. Por ejemplo, si el medio granular de molturación consiste inicialmente en partículas con un tamaño del orden de 6,35 mm a 9,52 mm, el tamaño de abertura del tamiz no será mayor que 3,17 mm.
10. El medio granular de molturación se elige según sea la naturaleza del sólido particulado que se desea moler, pero puede definirse como un material sólido granular consistente en granulos mayores que las aberturas en el tamiz, En general, se ha averiguado que se pueden obtener buenos resultados si el tamaño medio de los granulos del medio granular de molturación es del orden de 8 a 12, preferiblemente de unas 10, veces el tamaño medio de las partículas del sólido particulado que se desea molar. El medio granular del orden de 0,15mm a 20,0 mm. preferiblemente del orden de 0,5 mm a 2,0 mm. El medio granular de molturación puede ser de un material mineral, cerámico, metálico o plástico, y a pesar de que normalmente será de material diferente que el material sólido particulado que se desea moler, puede ser también del mismo material. La arena de sílice consistente en granulos con una forma sensiblemente esférica ha demostrado ser conveniente puesto que se puede obtener con facilidad a un precio relativamente barato, La relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa de alimentación en la etapa (a) del proceso de elaboración del invento es preferiblemente la necesaria para que la relación de sus volúmenes sea del orden de 0,9:1 a 1,1:1.
El tamiz en la cámara de molturación se elige convenientemente de forma que sus aberturas no sean mayores que la mitad del tamaño de las partículas menores en el medio granular de molturación al comienzo del proceso de elaboración. Por ejemplo, si el medio granular de molturación consiste inicialmente en partículas con un tamaño del orden de 6,35 mm a 9,52 mm, el tamaño de abertura del tamiz no será mayor que 3,17 mm.
15. La cámara de molturación del molino de molturación por frotamiento tiene preferiblemente la forma de un cilindro o un prisma recto que, por
20. El tamiz en la cámara de molturación se elige convenientemente de forma que sus aberturas no sean mayores que la mitad del tamaño de las partículas menores en el medio granular de molturación al comienzo del proceso de elaboración. Por ejemplo, si el medio granular de molturación consiste inicialmente en partículas con un tamaño del orden de 6,35 mm a 9,52 mm, el tamaño de abertura del tamiz no será mayor que 3,17 mm.
25. El tamiz en la cámara de molturación se elige convenientemente de forma que sus aberturas no sean mayores que la mitad del tamaño de las partículas menores en el medio granular de molturación al comienzo del proceso de elaboración. Por ejemplo, si el medio granular de molturación consiste inicialmente en partículas con un tamaño del orden de 6,35 mm a 9,52 mm, el tamaño de abertura del tamiz no será mayor que 3,17 mm.
30. El tamiz en la cámara de molturación se elige convenientemente de forma que sus aberturas no sean mayores que la mitad del tamaño de las partículas menores en el medio granular de molturación al comienzo del proceso de elaboración. Por ejemplo, si el medio granular de molturación consiste inicialmente en partículas con un tamaño del orden de 6,35 mm a 9,52 mm, el tamaño de abertura del tamiz no será mayor que 3,17 mm.



ejemplo, puede tener una sección transversal poligonal; dicha cámara de molturación se dispone de preferencia verticalmente, v.g, con su eje geométrico vertical o prácticamente vertical. Las paredes interiores de la cámara de molturación se revisten preferiblemente con un material resiliante, que puede ser convenientemente un caucho natural o sintético, por ejemplo un elastómero de poliuretano. La cámara de molturación estará preferiblemente provista de reflectores para inhibir la formación de un vértice. Los deflectores se colocan convenientemente de forma que sean simétricos alrededor de un diámetro de la sección transversal de la cámara de molturación.

El impulsor giratorio interno comprende preferiblemente un eje que se dispone convenientemente con su eje geométrico paralelo al de la cámara de molturación y al que se sujetan en el extremo inferior, para salir hacia fuera de la línea central del eje, de 2 a 16 barras. Las barras del impulsor son preferiblemente de superficie endurecida, por ejemplo formando sobre su superficie una capa de carburo de tungsteno. Como variante, se pueden encamisar convenientemente en manguitos o camisas de caucho natural o sintético. De preferencia, las barras del impulsor se atornillan en casquillos roscados en la parte inferior del eje para que se puedan quitar y reemplazar con facilidad. En la práctica, dicho impulsor gira preferiblemente de forma que la velocidad periférica de las barras sea del orden de 4 a 20 m por segundo. En una modalidad de preferencia del invento, el tamiz de los medios de salida o descarga se coloca opuesto a la punta de las barras impulsoras y estas se fabrican preferiblemente de modo que la distancia entre las puntas de las barras impulsoras y el tamiz sea del orden de 40 a 400 mm.

Se han realizado pruebas en tres molinos diferentes de molturación por frotamiento contruidos según este invento para determinar la distancia óptima entre las puntas de las barras impulsoras y el tamiz de forma que se produjera un lavado adecuado del tamiz durante el periodo



en que no hay flujo a través del tamiz. Los resultados obtenidos se indican en la tabla 1 a continuación.

TABLA 1

5.	Velocidad de rotación del impulsor (r.p.m.)	Diámetro del impulsor (m)	Velocidad Periférica (m.seg.-1)	Distancia entre las puntas de paleta y el tamiz (mm)
	120	1,26	10,2	114
	150	1,422	11,2	203
	175	1,117	10,2	356

10. Cuando la cámara de molturación está provista de deflectores y, junto con el impulsor, se coloca vertical con el eje del impulsor provisto de una pluralidad de barras en su extremo inferior, los deflectores se colocarán en la parte de la cámara de molturación ubicada por encima de las barras del impulsor. El descaste de los deflectores y las barras del impulsor se puede equilibrar situando los deflectores de forma que queden simétricos alrededor de un diámetro de sección transversal de la cámara de molturación e invirtiendo la dirección de rotación del impulsor a intervalos.

15. El motor empleado para mover el impulsor es preferiblemente un motor eléctrico.

20. Los medios de admisión del molino de molturación por frotamiento se construyen convenientemente de forma que la suspensión espesa de alimentación se abastezca a través de una válvula desde un depósito donde se mantiene una carga hidrostática constante de la suspensión espesa. Con dicho dispositivo, se puede mantener fácilmente constante el caudal volumétrico de la suspensión espesa de alimentación.

25. Los medios de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento se sitúan preferiblemente en la parte inferior de la cámara de molturación, y con mayor preferencia en una pared lateral de la misma.

30. El tipo de alambre en diédro, estando provisto los alambres de protube



rancias a intervalos del orden de 15 a 40 mm para evitar que los alambres adyacentes se vean obligados a separarse por acción de las partículas sólidas.

5. El primer dispositivo de control asociado con los medios de admisión y/o los medios de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento pueden adoptar la forma de válvulas previstas en conductos de admisión y salida.

10. El segundo dispositivo de control asociado con los medios de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento y que responden a cambios en la relación volumétrica de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación pueden comprender una válvula de conexión/desconexión asociada con los medios de salida o descarga; medios sensores para detectar un cambio en la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación y para producir una señal en función a dicho cambio, y medios de accionamiento sensibles a dicha señal para hacer funcionar la válvula conexión/desconexión. El dispositivo detector está destinado convenientemente a detectar el cambio en la relación en volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación de una forma indirecta. De este modo, por ejemplo, puede detectar la carga en un motor eléctrico que mueva al impulsor puesto que un cambio en la relación en volumen del medio granular de molturación a suspensión espesa produce un cambio correspondiente en la viscosidad de la mezcla en la cámara de molturación que, a su vez, producirá un cambio correspondiente en la carga de un motor eléctrico que mueva al impulsor. La carga en el motor eléctrico puede ser verificada por un dispositivo sensor que detecta la corriente suministrada al motor y produce una señal proporcional a dicha corriente.

30. Para mejor comprender el invento y para demostrar la forma en que puede ponerse en práctica, se hace referencia a continuación, a título de



de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra la disposición general de una modalidad de un aparato según el invento.

5. La figura 2 es una vista en alzado del molino de molturación por frotamiento del aparato ilustrado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en planta del molino de molturación por frotamiento ilustrado en la figura 2.

La figura 4 es una vista tomada a lo largo de las líneas de corte vertical IV-IV de la figura 3.

10. La figura 5 es una vista de detalle tomada a lo largo de la línea de corte V-V de la figura 4.

La figura 6 es una vista de detalle tomada a lo largo de la línea de corte VI-VI de la figura 4; y

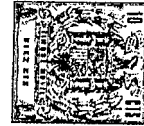
15. Las figuras 7 y 8 son esquemas que representan los medios de control del aparato ilustrado en la figura 1.

El aparato comprende un molino de molturación por frotamiento que tiene una cámara de matoración 1 de sección transversal octogonal que se construye a partir de planchas planas 2 (figura 3) atornilladas entre sí por sus bordes. Cada placa plana 2 comprende una capa de chapa 3 a la que se une un elemento compuesto 4 que comprende una capa de caucho adherido a una delgada plancha de acero (figuras 5 y 6). En cada esquina hay prevista una cartela 5 que comprende un soporte de ángulo de acero 6 de 135° unido a un bloque de caucho 7. Las cartelas 5 sirven para retener los elementos compuestos 4 en contacto con las planchas de acero 3.

20. En la parte superior del recipiente 1 cada bloque de caucho se extiende para formar un deflector 8 (figuras 4 y 5).

Una abertura rectangular 9 hay prevista en una de las placas planas 2 y una caja de acero 10 con una tapa frontal separable 11 rodea la abertura. En la abertura 9 hay colocado un tamiz 12 que comprende barras horizontales de alambre cunciforme o en forma de diedro provisto de protu-

30.



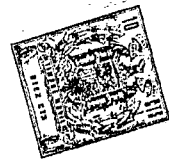
- berancias a intervalos de 35 mm para evitar que dos barras adyacentes puedan separarse por acción de las partículas grandes. El tamiz se monta en un bastidor 13 que se sujeta por medio de tornillos 14. La caja de acero 10 deberá ser preferiblemente de poco volumen, porque, de otro modo
5. la suspensión espesa de producto molido continuará fluyendo a través del tamiz después de cerrarse la válvula 34, con el resultado de que la relación de medio granular de molienda a suspensión espesa en la cámara de molienda, y por lo tanto la carga del motor eléctrico que mueve al impulsor, continuaría elevándose. La caja de acero 10 está provista de una
10. boca de salida 15 en su punto inferior para poderse sacar la suspensión espesa de producto molido tamizado. La boca de salida 15 de la caja 10 se conecta a un conducto 31 a través del cual la suspensión espesa del producto molido tamizado fluye hasta un colector de producto 32. El flujo de producto que controla mediante una válvula 33 y una válvula de
15. comisión/desconexión 34 que funciona neumáticamente. Un impulsor 16 comprende un eje vertical 17 y doce barras redondas 18 colocadas horizontalmente, y las superficies se han endurecido por medio de polvo de carburo de tungsteno aplicado en caliente, colocándose las barras simétricamente alrededor del eje 17 en dos capas de 6 barras. El impulsor 16 se mueve por un motor eléctrico 19 a través de una caja de engranajes 20. La energía para el motor eléctrico 19 se suministra por medio de un cable 35. En la práctica la velocidad de rotación del impulsor 16 es de aproximadamente 120 r.p.m. la distancia entre las puntas diametralmente opuestas de cada par de barras es de 1,626 m y la velocidad periférica es, por lo
20. tanto, de unos 10, 2 m. por segundo. El tamiz 12 se encuentra a una distancia de 115 mm. de las puntas de las barras.
25. La suspensión espesa de alimentación se alimenta la cámara de molienda 1 a través de un canalizo 21. La suspensión espesa se bombea desde un colector (no ilustrado) a través de un conducto 22 hasta un depósito
30. 23 que se divide por un tabique divisorio 24 en dos compartimentos 25 y



26. Una válvula 27 regula el caudal volumétrico de la suspensión espesa que se alimenta inicialmente al interior del compartimento 25, fluyendo el exceso sobre el tabique divisorio 24 al interior del compartimento 26 y, desde este a través de un conducto 28 de nuevo al colector. La suspensión espesa fluye desde el compartimento 25 hasta el canalizo 21 a través de un conducto 29, siendo el caudal regulable por una válvula 30. Este dispositivo asegura que la suspensión se alimente siempre bajo una carga hidrostática constante, por lo que el caudal volumétrico es virtualmente constante. Se puede abastecer a la cámara de molturación mediante un conducto 39 cerrado por una válvula 40.

El dispositivo de regulación para regular el flujo de suspensión espesa de producto molido se ilustra con detalle en la figura 7 y 8 es puesto brevemente, un transformador de corriente 36 genera una pequeña corriente eléctrica directamente proporcional a la corriente eléctrica que fluye en el cable 35. La pequeña corriente generada por el transformador 36 se alimenta a un regulador biestático electrónico 37 con superposición que da una primera señal cuando la pequeña corriente se eleva a un límite superior predeterminado y una segunda señal cuando la corriente pequeña cae por debajo de un límite inferior predeterminado.

La primera y la segunda señales se alimentan a un aparato accionador de válvula electroneumática 38 que convierte las señales eléctricas en impulsos neumáticos que hacen que la válvula 34 se cierre durante la alimentación de la primera señal y que se abra durante la alimentación de la segunda señal. Para más detalles el transformador de corriente 36 que se enlaza a una línea portadora de una de las fases del suministro trifásico llevado por el cable 35 al motor 19, convierte la corriente tomada por el motor, que es generalmente del orden de 0-400 amperios, a una corriente del orden de 0 a 5 amperios. El arrollamiento secundario del transformador de corriente 36 se conecta por un amperímetro 41 de 0 a 5 amperios a un transductor de corriente 42 que convierte la corriente de



- 0 a 5 amperios alterna en corriente de 0 a 1 miliamperio continua. En el transductor de corriente alimentada al arrollamiento primario 44 de un transformador de corriente 45. La corriente alterna que fluye en el arrollamiento secundario 46 del transformador 45 se rectifica por medio de un puente rectificador 47 y la corriente continua de 0 a 1 miliamperio se toma en el punto 48. La señal de corriente continua de 0 a 1 miliamperios se transmite por el cable 49, que puede tener hasta un miliampermetro 50 de 0 a 1 mA que está provisto de una red de resistores 51 por la cual se puede calibrar el ampermetro para que lea directamente la corriente en amperios tomada por el motor eléctrico 19. El regulador dietápico 37 hace funcionar un relé de láminas cuyos contactos 52 se abren cuando la corriente medida excede de un límite superior predeterminado y se cierran de nuevo cuando la corriente medida cae por debajo de un límite inferior predeterminado.
5. En el circuito del regulador dietápico 37 hay un potenciómetro 53 para poder ajustar el límite superior, y con un potenciómetro 54 se puede ajustar la diferencial entre los límites superior e inferior. Una fuente de suministro de corriente alterna de 110 voltios se conecta en 55. Los contactos del relé de láminas 52 se conectan al solenoide 56 del dispositivo accionador de válvula electro neumática 38.
10. Al dispositivo accionador de válvula electro neumática 38 se suministra aire comprimido a una presión del orden de $3,50$ a $7,03 \text{ kg/cm}^2$ ($3,5 - 7,0 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}$) a través de un conducto 57 por un filtro 58 y un regulador 59. La presión a la que se suministra el aire al dispositivo accionador de válvula se indica por medio de un manómetro 60 de 0 a $2,0 \text{ kg/cm}^2$ ($0-2,0 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$). Cuando se abren los conductos del relé de lámina 52, se desactiva el solenoide 56 y el núcleo de la válvula del dispositivo accionador 38 es devuelto por un muelle 61 a la posición que conecta la válvula de conexión/desconexión de funcionamiento neumático 34 a la atmósfera a través de un conducto 62. La válvula 34 se cierra entonces por medio de
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



un muelle 63, deteniendo de este modo el flujo de suspensión espesa de producto molido en el conducto 31.

5. Cuando se cierra la válvula 34 no puede salir suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación I y la cantidad de suspensión espesa en la cámara de molturación aumenta, reduciendo de este modo la relación volumétrica de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación, y por consiguiente, se reduce la magnitud de la corriente tomada por el motor 19. Cuando la corriente tomada por el motor 19 se reduce hasta el límite inferior predeterminado, se
10. cierran los contactos del relé de láminas 52, activando de este modo el solenoide 56 y moviendo el núcleo del dispositivo accionador 38 de forma que la válvula 34 se conecte a la fuente de abastecimiento de aire comprimido. El suministro de aire comprimido abre la válvula 34 reanudando de este modo el flujo de suspensión espesa de producto molido en el conducto 31.
- 15.

- El regulador diédrico 37 se ilustra con más detalle en la figura 8. Una fuente de suministro de corriente alterna de 110 voltios se conecta por medio de los terminales 55 al arrollamiento primario de un transformador 65 cuyo arrollamiento secundario alimenta un suministro de corriente estabilizada que da voltajes de referencia 12 voltios, 0 voltios y -6 voltios. Cada voltaje de referencia distinto a cero se estabiliza por medio de dos diodos zener en cascada, Z1 y Z2 que se utilizan para estabilizar el potencial de 12 voltios y Z3 y Z4 para el potencial de -6 voltios.
- 20.

25. La corriente medida se conecta por los terminales 65 a un puente en diodo conductor de corriente que invierte la polaridad si es necesario. El diodo Zener Z5 se utiliza para eliminar cualquier sobretensión transitoria debida al arranque del motor eléctrico o a defectos. Un voltaje proporcional a la corriente medida se desarrolla a través de una red de resistencia R8, R9 y VR₁, habilitándose el potenciómetro preajustado VRI
- 30.



como un control de sensibilidad. El voltaje medido en la cor. del VR1 se compara por medio del comparador de voltaje de circuito integrado 66 con un voltaje de límite superior derivado internamente del potenciómetro 53.

5. Cuando el valor numérico de voltaje medido es menor que el valor numérico del voltaje del límite superior, pero en aumento, el transistor TR1 conducirá corriente, la bobina del relé de láminas RCl estará activada y los contactos del relé de lámina 52 cerrados. Un pequeño potencial negativo se alimenta a la base del transistor TR2 que, por lo tanto, no conducirá. Por lo tanto se alimenta una diferencia de potencial de 6 voltios a través de una resistencia R10, el potenciómetro de límite superior 53 y el reostato pregraduado VR2. La diferencia de potencial a través del potenciómetro 53 será, por lo tanto, de aproximadamente 1 voltio. El potenciómetro 53 se calibra para que proporcione voltaje de límite superior que representan corrientes del orden del 10% al 120% de la carga nominal total normal del transformador de corriente del motor 36.
- 10.
- 15.

Quando el valor numérico del voltaje medido se eleva al del voltaje del límite superior, el transistor TR1 deja de conducir la bobina del relé de láminas de RCl se desactiva y los contactos del relé de lámina 52 se abre cerrando de este modo la válvula neumática 34 y haciendo que se eleve el nivel en el recipiente de molturación 1 y que se reduzca la corriente tomada por el motor eléctrico. Al mismo tiempo, el transistor TR2 pasa al estado de conducción porque su base está ahora a potencial positivo. La corriente fluye ahora a través de una resistencia R11 y el potenciómetro 54, y la diferencia de potencial a través del potenciómetro de límite superior 53 se reduce en cantidad que depende de la graduación de potenciómetro 54, generando de este modo un límite inferior. El potenciómetro 54 está provisto de una esfera graduada para indicar diferencias entre los límites superior e inferior en la gama del 5% al 50% del voltaje del límite superior.

20.

25.

30.



5. Cuando la corriente tomada por el motor 19 se reduce hasta el nivel en que el valor numérico del voltaje medido es igual al del límite inferior, el transistor TR1 pasa al estado de conducción, el transistor TR2 se desactiva, los contactos del relé de lámina 52 se cierran, la válvula neumática 34 se abre y el ciclo comienza de nuevo.

10. En una operación, un medio granular de molturación en forma de 2,5 toneladas de arena de sílice Lighton Buzzard consistente en partículas con tamaño del orden de 0,5 a 1,0 mm, se cargo en la cámara de molturación 1 a través del canalizo 21, y, con la válvula 33 cerrada totalmente se cargó una suspensión espesa de alimentación a la cámara de molturación 1 a través de la válvula 30, hasta que la relación de volumen de medio granular de molturación a suspensión de alimentación fue de 1:1. La rotación del impulsor se inició entonces y la válvula 33 se abrió hasta el flujo de salida de suspensión de producto molido era aproximadamente doble que el flujo de entrada de suspensión espesa de alimentación.

15. abriéndose la válvula 34. Por consiguiente, la relación volumétrica del medio granular de molturación a suspensión espesa se elevó lentamente haciendo que la mezcla en la cámara de molturación 1 se volviera más viscosa y aumentara la corriente eléctrica tomada por el motor 19. Cuando la corriente alcanzó 170 amperios la elevación correspondiente en la pequeña corriente generada por el transformador de corriente 36 hizo funcionar el regulador dietápico 57 e hizo que la válvula 34 se cerrara y se detuviera la descarga de suspensión espesa de producto. Como resultado se redujo de nuevo la relación volumétrica de medio granular de

20. molturación a suspensión espesa. Con la válvula 34 cerrada no se producía flujo a través del tamiz 12 y, por lo tanto, no existía fuerza que retuviera partículas de arena contra el tamiz. El tamiz se limpio por lo tanto por la acción limpiadora por las puntas de las barras del impulsor agitando la suspensión espesa cerca del tamiz. La válvula 34 volvió

25. a abrirse cuando la corriente eléctrica tomada por el motor 19 se

30.



5. redujo a 130 amperios. La diferencia entre los caudales a través de las válvulas 33 y 30 fue de tal magnitud que el ciclo duro 5 minutos. Durante el tiempo en que la válvula 34 estuvo abierta, existía la tendencia de que el caudal de producto a través de esta válvula se reducía según se acumulaba arena en el tamiz; esto se tuvo en consideración cuando se ajustaron las válvulas 30 y 33.

10. Con el fin de igualar el desgaste sobre las superficies de las barras de impulsor 18, la dirección de rotación del impulsor se invirtió de vez en cuando. Los deflectores 8 se colocaron simétricamente de modo que su efecto fuera el mismo en ambas direcciones de rotación del impulsor.

El invento se ilustra adicionalmente por los ejemplos que siguen.

EJEMPLO 1

15. Se utilizaron el aparato y el método descrito anteriormente para molar una partida de carbonato calcio natural. El carbonato calcio natural se mezcló con agua que contenía 0,1% en peso, basado en el peso del carbonato seco, de un agente de dispersión de poliacrilato de sodio para formar una suspensión totalmente desfloculada que contenía un 70% en peso de sólidos. La suspensión se hizo pasar continuamente a través del aparato descrito anteriormente con relación a los dibujos adjuntos durante un total de 40^u horas y se midió el cambio en la distribución de tamaño de las partículas y la reflectancia a la luz visible tomando muestras a intervalos de 4 horas. La tabla 2 indica a continuación el promedio de valores en todas las muestras tomadas durante el experimento.

25.

Tabla 2

	<u>Suspensión espesa de alimentación</u>	<u>Suspensión espesa de producto</u>
% en peso menor que 2 um	30	82
30. % en peso mayor que 10 um	24	2



	% reflectancia a la luz de		
	457 nm de longitud de onda	83,9	88,6
	% reflectancia a la luz de		
	574 nm de longitud de onda	89,3	92,1
5.	Energía disipada en suspensión (julios por Kg de carbonato cálcico seco	---	$3,28 \times 10^5$

EJEMPLO 2

10. Se preparò la suspensión acuosa desfloculada mezclando marmol que se habia triturado hasta que todas las partículas pasaban a través de una criba de malla n° 16 normas británicas (abertura nominal 1,0mm), con agua que contenia 0,3 % en peso de un agente dispersante de poliacrilato de sodio basado en el peso de marmol seco, siendo la cantidad de agua la necesaria para que la proporción en peso de marmol seco fuera del 70 % .
15. El medio de molturación consistia en esquirlas de marmol que tenian tamaños del orden del 6,35 mm a 9,52 mm y la mezcla se agito en un aparato según se ha descrito anteriormente, siendo el tamaño de aberturas del tamiz 12 de 13,7 mm. La relación del volumen de partículas mayores de 3,2 mm al volumen de la suspensión acuosa de partículas menores de 3,2 mm
20. se mantuvo dentro de la gama de 0,5:1 a 1, 5:1. Según proseguia la molturación algunas de las esquirlas de marmol se abrieron y rompieron hasta que su tamaño resulto ser menor de 3,2 mm y fue necesario añadir esquirlas de marmol de un tamaño de aproximadamente 12,7 mm por el canalizo 21 en la proporción necesaria para compensar simplemente la pérdida de partículas más gruesas por acción de molturación. La suspensión de partículas más finas se hizo para continuamente a través del mismo aparato durante un periodo total de 120 horas y se midio el cambio en el tamaño y distribución de las partículas tomando muestras a intervalos de 4 horas
25. La tabla 3 a continuación da el promedio de valores que todas las muestras tomadas durante el experimento.
- 30.

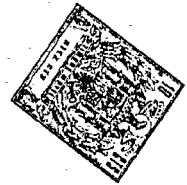


TABLA 3

	<u>Suspensión espesa</u> <u>de alimentación</u>	<u>Suspensión espesa</u> <u>de producto</u>
% en peso menos que 2 um	1	28
5. % en peso mayor que 10 um	97	48
% en peso mayor que 53 um	85	1,6
Energía disipada en suspensión (julios por kg de marmol seco menor que un mm)	—	$1,72 \times 10^5$

10.

EJEMPLO 3

15.

20.

25.

30.

Se preparó una suspensión acuosa defloculada mezclando marmol que se había triturado en un molino de bolas hasta que todas las partículas pasaban a través de una criba de malla N° 300 normas Británicas (abertura nominal 53 micras) con agua que contenía 0,3% en peso de un agente dispersante de poliacrilato de sodio basado en el peso del marmol seco, siendo la cantidad de agua la necesaria para que la proporción en peso del marmol seco fuera del 70%. El medio de molienda consistía en granulos de marmol que tenían tamaños del orden de 0,5 a 1,0 mm y la mezcla se agitó en el aparato según se ha descrito anteriormente, siendo el tamaño de abertura del tamis de 0,25 mm. La relación de volumen de partículas mayores de 0,25 mm al volumen de la suspensión acuosa de partículas mayores de 0,25 mm se mantuvo dentro de la gama de 0,5:1 a 1,5:1. Según proseguía la molienda, algunas de las partículas del marmol se rebajaron por frotamiento hasta que su tamaño resultó ser menor de 0,5:1 a 1,5:1. Según proseguía la molienda, algunas de las partículas del marmol se rebajaron por frotamiento hasta que su tamaño resultó ser menor de 0,25 mm y se añadieron granulos de marmol con un tamaño de aproximadamente 1mm por el canalizo 21 en la proporción necesaria para compensar simplemente la pérdida de partículas más gruesas. La suspensión de partículas más finas se hizo pasar continuamente a través del mismo aparato durante



un periodo total de 120 horas y se midi6 el cambio en la distribuci6n de tama1o de las particulas tomando muestras a intervalos de 4 horas y tamizando cada muestra a trav6s de un tamiz de malla N° 300 normas Brit6nicas (aberruranominal 53 micras). La tabla 4 expone a continuaci6n los valores promedios de todas las muestras tomadas durante el experimento.

5.

TABLA 4

	<u>Suspensi6n espesa</u> <u>de alimentaci6n</u>	<u>Suspensi6n espesa</u> <u>de producto</u>
% en peso menor de 2 um	21	66
10. % en peso mayor de 10 um	40	11
Energia disipada en suspensi6n (julios por kg de marmol seco menor de 53 micras)	—	7,95 x 10 ⁵

N O T A

15.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento asi como la manera de realizarlo en la practica se hace constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, tambien se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Inglaterra n° 40551/74 de 17 de septiembre de 1974, acogiendo por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invenci6n por 20 años en España sobre: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA MOLER PARTICULAS SOLIDAS; caracterizandose por lo siguiente:

20.

25.

1.- Procedimiento y aparato para moler particulas solidas, cuyo procedimiento comprende las etapas de: (a) cargar en una camara de molidura de un molino de molidura por frotamiento una cantidad de medio granular de molidura y una cantidad de suspensi6n espesa de alimentaci6n de un s6lido particulado que se desea moler, para formar una

30.



- mezcla, siendo las cantidades de medio granular de molturación y de suspensión espesa de alimentación las necesarias para que la relación de volumen de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación sea del orden de 0,5:1 a 1,5:1; (b) agitar la mezcla de suspensión espesa de alimentación y medio granular de molturación; (c) admitir cantidades adicionales de suspensión espesa de alimentación a la cámara de molturación mientras se extrae suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación mientras se extrae suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación, a través de un tamiz previsto en la misma por debajo de la superficie de dicha mezcla, regulándose los caudales volumétricos relativos de la suspensión espesa de alimentación y de la suspensión espesa de producto molido de forma que la relación volumétrica de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación aumente; y (d) interrumpir la extracción de suspensión espesa de producto molido de la cámara de molturación cuando la relación volumétrica excede de un primer valor predeterminado y reanudar la extracción de suspensión espesa de producto molido cuando dicha relación volumétrica se ha reducido hasta un segundo valor predeterminado.
5. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio granular de molturación consiste en partículas que tienen un tamaño del orden de 0,15 a 20,0 mm.
10. 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el medio granular de molturación consiste en una arena de sílice.
15. 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado porque la relación del medio granular de molturación a suspensión espesa de alimentación en la etapa (a) es la necesaria para que la relación de sus volúmenes sea del orden de 0,9:1 a 1,1:1.
20. 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el sólido particulado que se desea moler consiste
- 25.
- 30.



predominantemente en partículas menores de 53 micras.

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las partículas sólidas que se desean moler consisten en un mineral.

5. 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho mineral de arcilla o un mineral de carbonato calcio.

10. 8.- Aparato para la aplicación del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende: (a) Un molino de molturación por frotamiento que comprende una cámara de molturación prevista de un impulsor giratorio interno para agitar el contenido de la cámara de molturación, medios de admisión que permiten que una suspensión espesa de alimentación de un sólido particulado que se desea moler se introduzca en la cámara de molturación, un dispositivo de salida y descarga que comprende un tamiz para que pueda pasar a través del mismo la suspensión espesa de producto molido mientras retiene el medio granular de molturación en el interior de la cámara de molturación, colocándose el tamiz en la posición necesaria para que, cuando se utiliza el aparato, el tamiz quede por debajo de la superficie de una mezcla de medio granular de molturación y suspensión espesa en la cámara de molturación; (b) Un primer dispositivo de control asociado con el dispositivo de admisión y/o con el dispositivo de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento para regular los caudales volumétricos relativos de dicha suspensión espesa de alimentación y la suspensión espesa de producto molido, y (c) un segundo dispositivo de regulación asociado con el dispositivo de salida o descarga del molino de molturación por frotamiento y que responde a los cambios en la relación volumétrica de medio granular de molturación a suspensión espesa en la cámara de molturación para detener o reanudar el flujo de suspensión espesa de producto molido a través del dispositivo de salida o descarga.

30. 9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque las pare

des interiores de la cámara de molturación y aquellas superficies del impulsor que, en la práctica, se ponen en contacto con el contenido de la cámara de molturación, están revestidas con un material resiliente.

5. 10.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho material resiliente es un elastómero natural o sintético.

10. 11.- Aparato según las reivindicaciones 8, 9 y 10 caracterizado porque el impulsor comprende un eje cuya línea central es prácticamente paralela a la línea central de la cámara de molturación y al que se sujetan en su extremo, para salir radialmente hacia fuera del eje, una pluralidad de barras,

15. 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque el tamiz se coloca opuesto a las barras del impulsor y porque la distancia entre las puntas de las barras del impulsor y el tamiz es del orden de 40 a 400 mm.

15. 13.- Aparato según las reivindicaciones 11 y 12, caracterizado porque el impulsor se conecta a motor que puede hacer girar el eje del impulsor a la velocidad periférica de dichas barras sea del orden de 4 a 20 m/segundo.

20. 14.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque la cámara de molturación comprende una pluralidad de deflectores colocados para inhibir la formación de un vértice,

25. 15.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado porque el dispositivo de admisión se construye de forma que la suspensión espesa de alimentación se pueda abastecer a través de una válvula desde un depósito en el que se puede mantener una carga hidrostática constante de suspensión espesa de alimentación.

30. 16.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, caracterizado porque el primer dispositivo de control adopta la forma de válvula previstas en conductos en comunicación con el dispositivo de admisión y/o el dispositivo de salida de alimentación.



17.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16, caracterizado porque el segundo dispositivo de control comprende una válvula de conexión/desconexión asociada con el dispositivo de salida o descarga de medios sensores para detectar un cambio en la relación del volumen de medio de molturación granular y el volumen de la suspensión espesa en la cámara de molturación y para producir una señal en función de dicho cambio, y medios de accionamiento sensibles a dicha señal para hacer funcionar dicha válvula de conexión/desconexión.

18.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque dicho medio sensores comprenden medios para detectar un cambio en la carga del impulsor cuando el aparato está funcionando para producir una primera señal cuando la carga en el impulsor alcanza un límite superior predeterminado, siendo dicha primera señal efectiva para derrar la válvula de conexión/desconexión, y para producir una segunda señal cuando la carga en el impulsor se reduce hasta un límite inferior predeterminado, siendo dicha segunda señal efectiva para abrir la válvula de conexión/desconexión.

19.- Aparato según la reivindicación 18, caracterizado porque el impulsor se conecta a un dispositivo motor eléctrico, por el cual se mueve, y porque los medios sensores detectan la energía consumida por dicho dispositivo motor eléctrico.

20.- Aparato según la reivindicación 19, caracterizado porque los medios sensores detectan la corriente tomada por el dispositivo motor eléctrico.

21.- Procedimiento y aparato para moles de partículas sólidas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

12 DIC.



Esta Memoria consta de 25 hojas escritas a máquina por una sola ca
ra.

5.

Madrid, 12 DIC. 1975

ENGLISH CLAYS LOVERING POCHIN &
COMPANY LIMITED.

J. GONZALEZ AGUDO Y MORA
por el firmante L. García Fernández

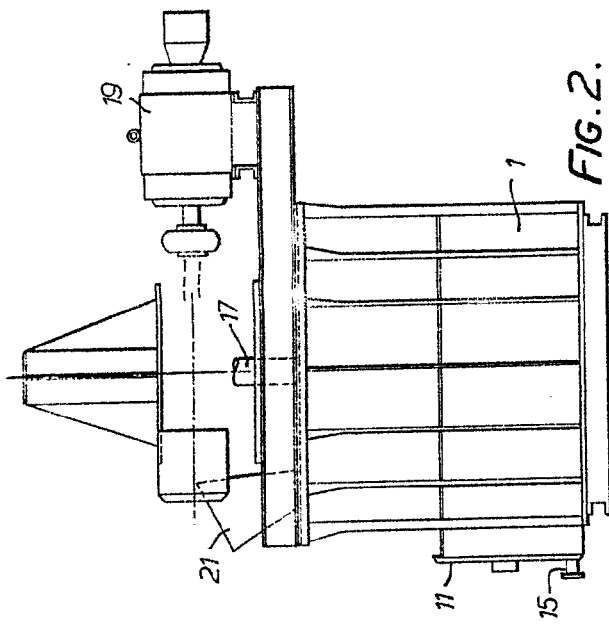


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE

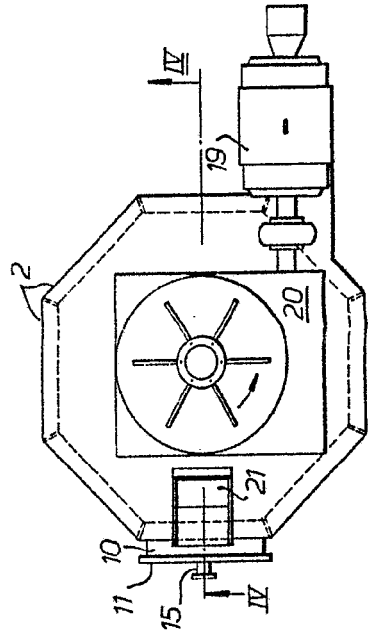


FIG. 3.

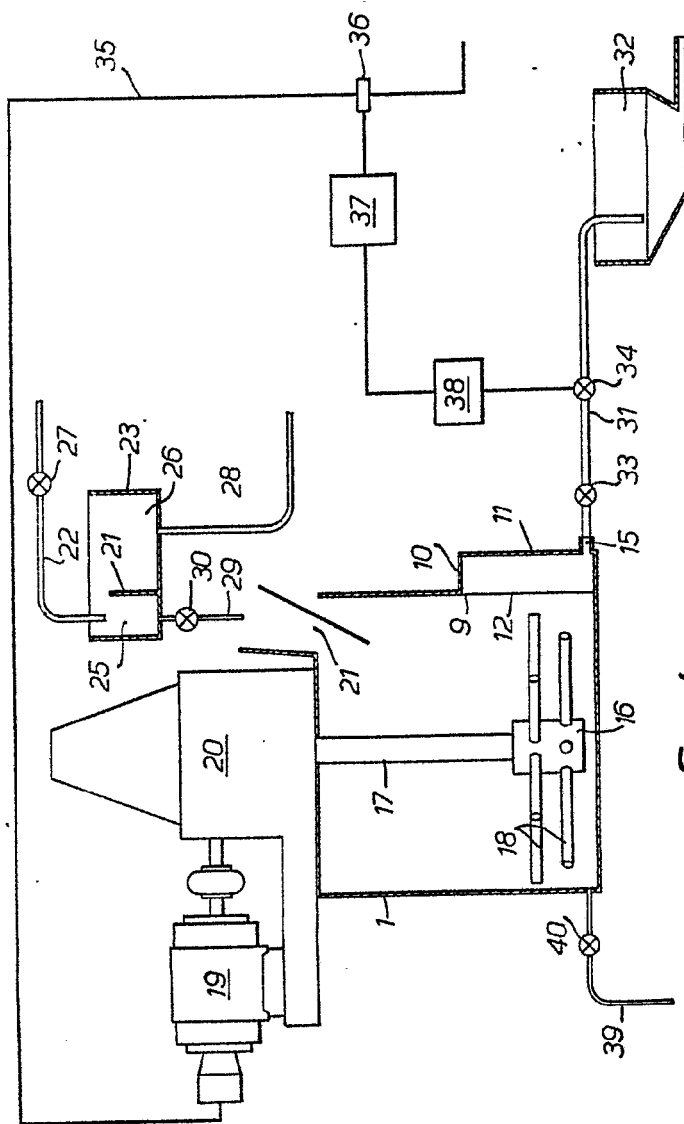


FIG. 1.

Madrid

A. NOMEZ ADEBB Y MOJEL
 S. A. Alameda L. Cuatro Fontanas

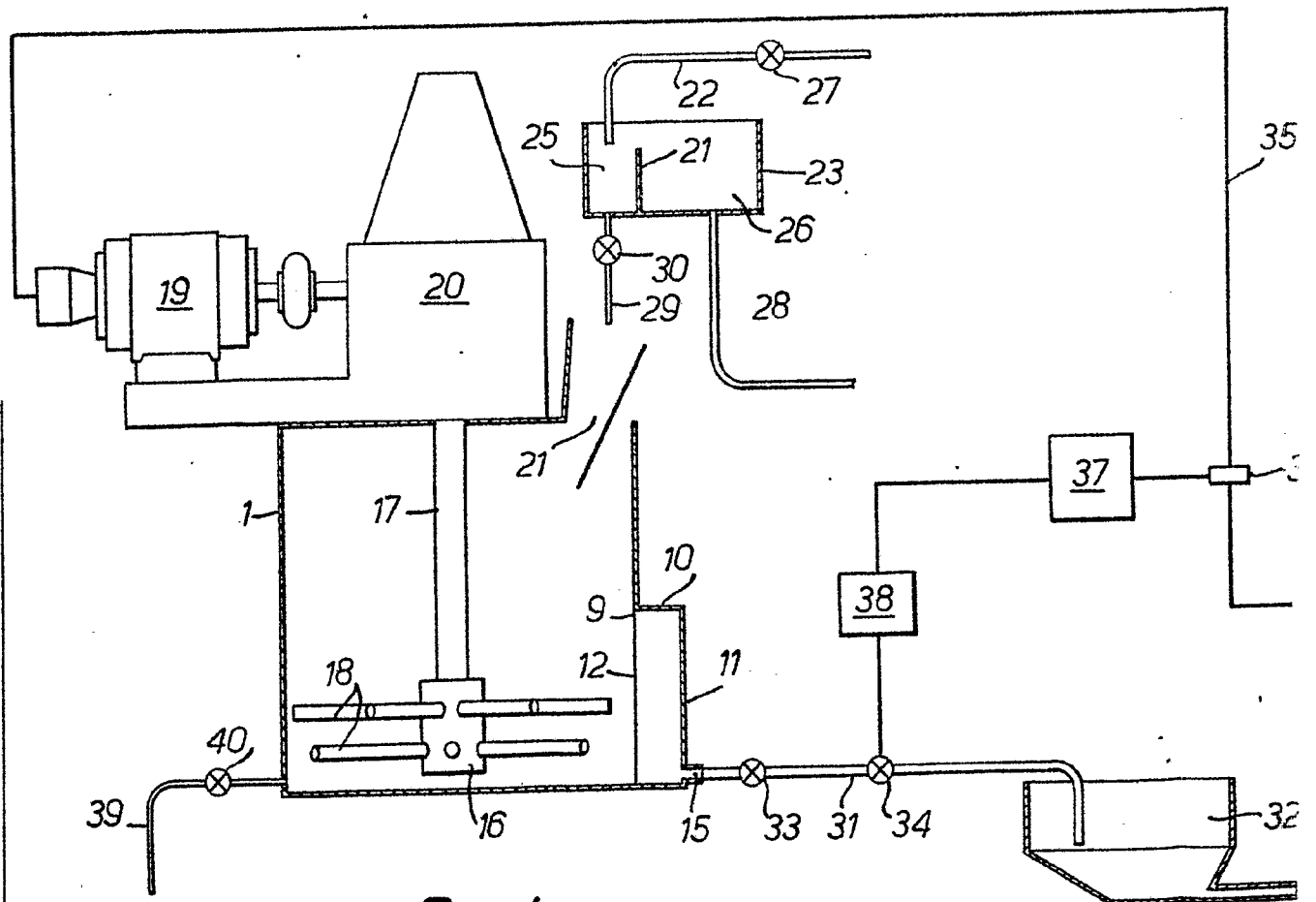


FIG. 1.

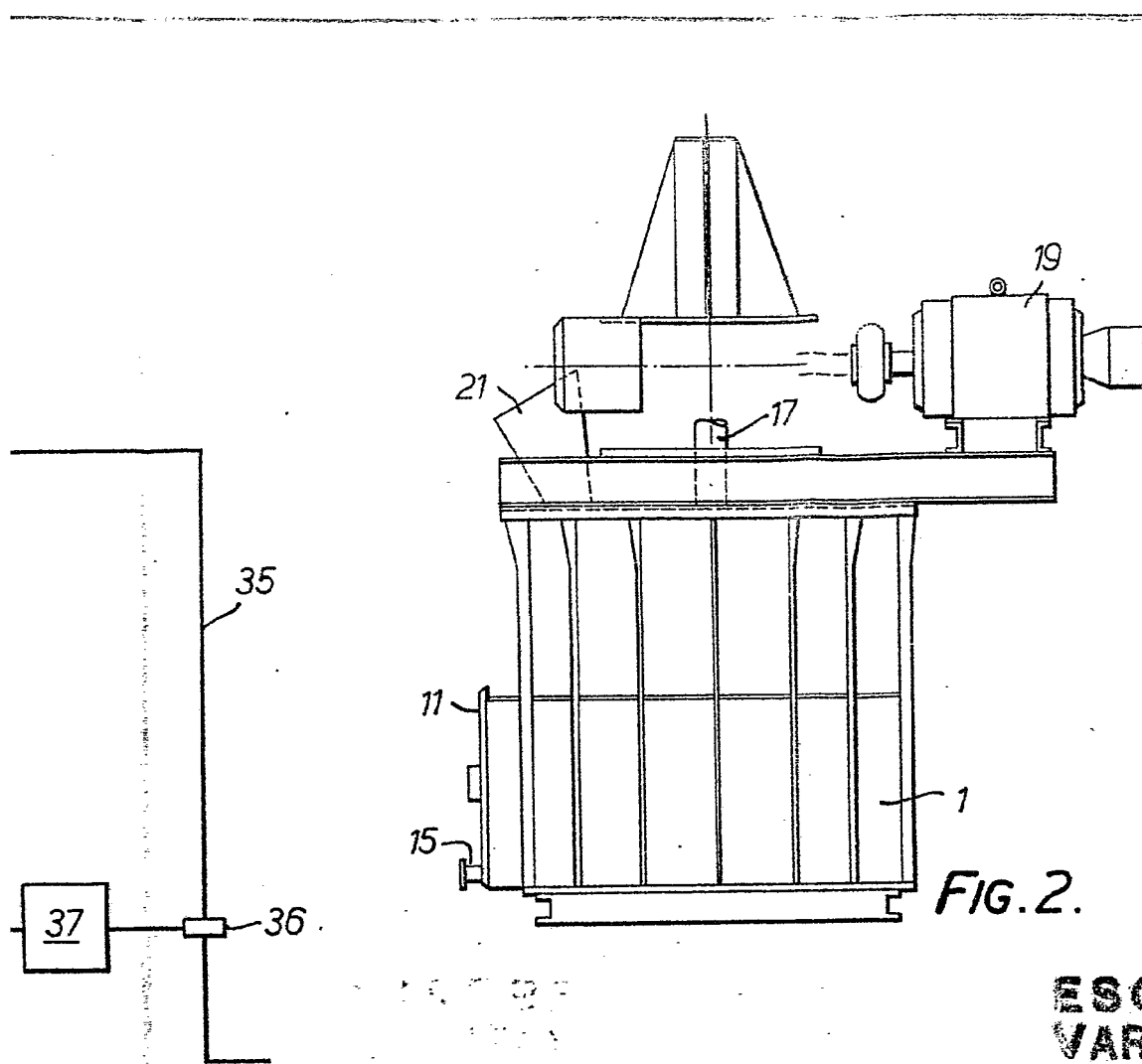


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE

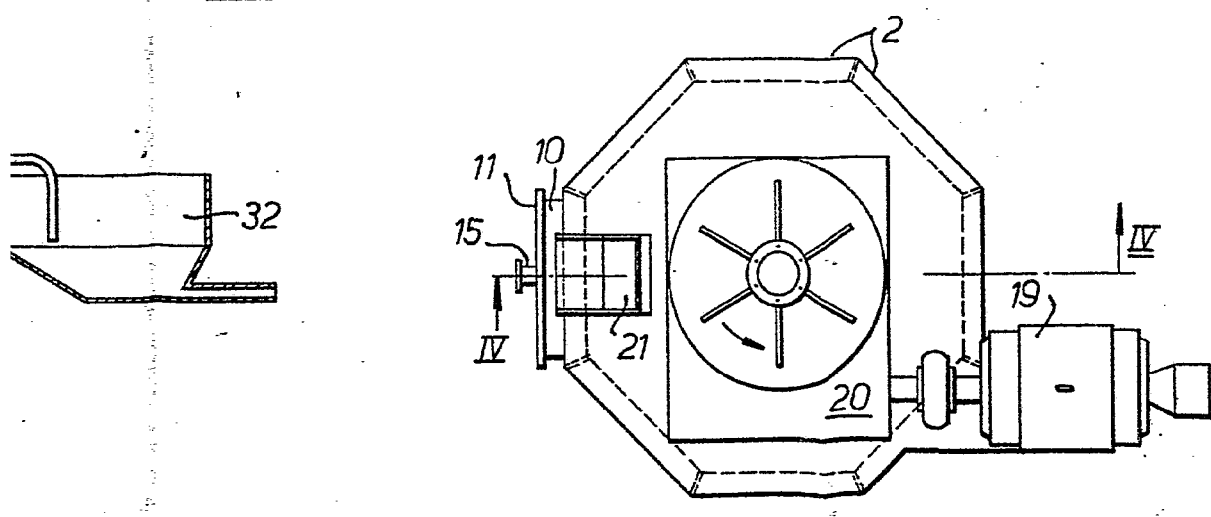


FIG. 3.

Madrid
A. GOMEZ ACEBO Y MOJER
Ingenieros
Firmado: L. Costa Fernández

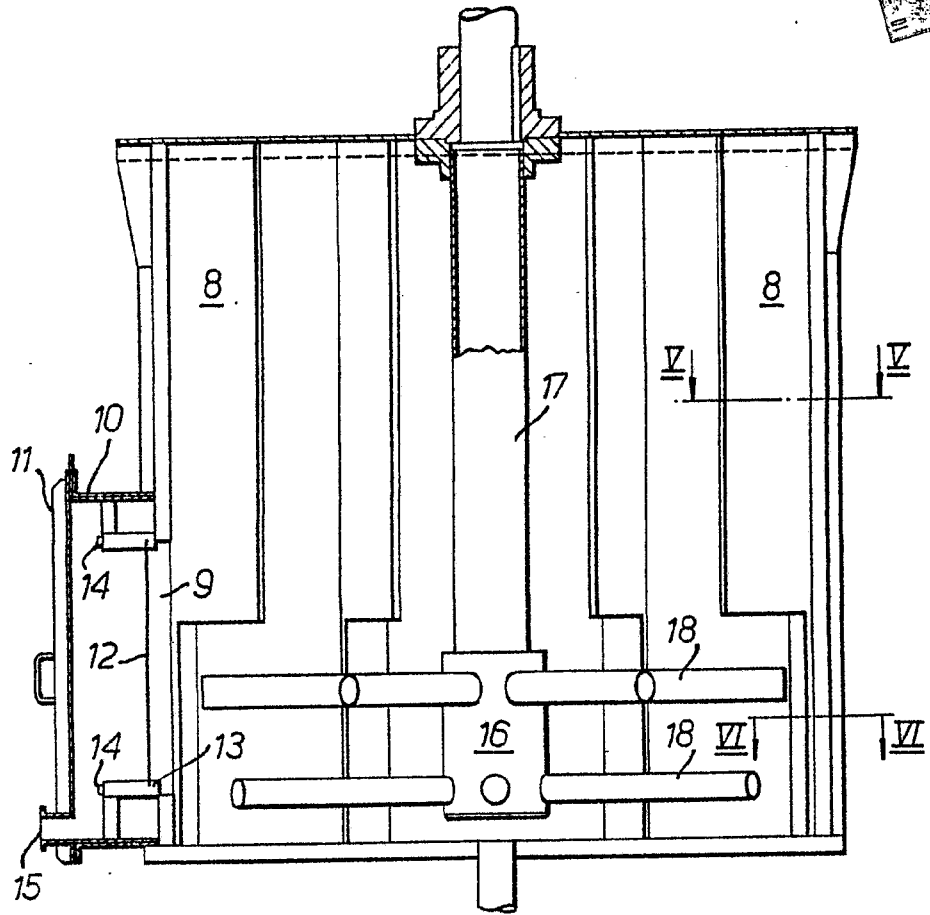


FIG. 4.

ESCALA
VARIABLE

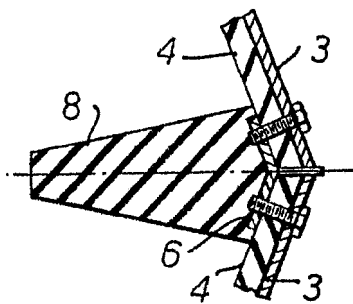


FIG. 5.

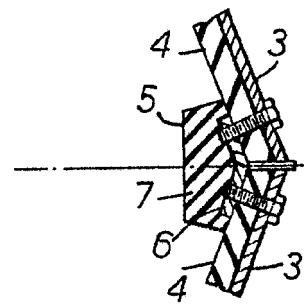


FIG. 6.

J. GOMEZ ACELLO Y NUDET
 por el Firmado: L. Gato Ferrández

12
13
DIP

ESCALA VARIABLE

Madrid 7.0.1972
A. GOMEZ ACEVEDO Y RUBEN
Ingenieros de Colección

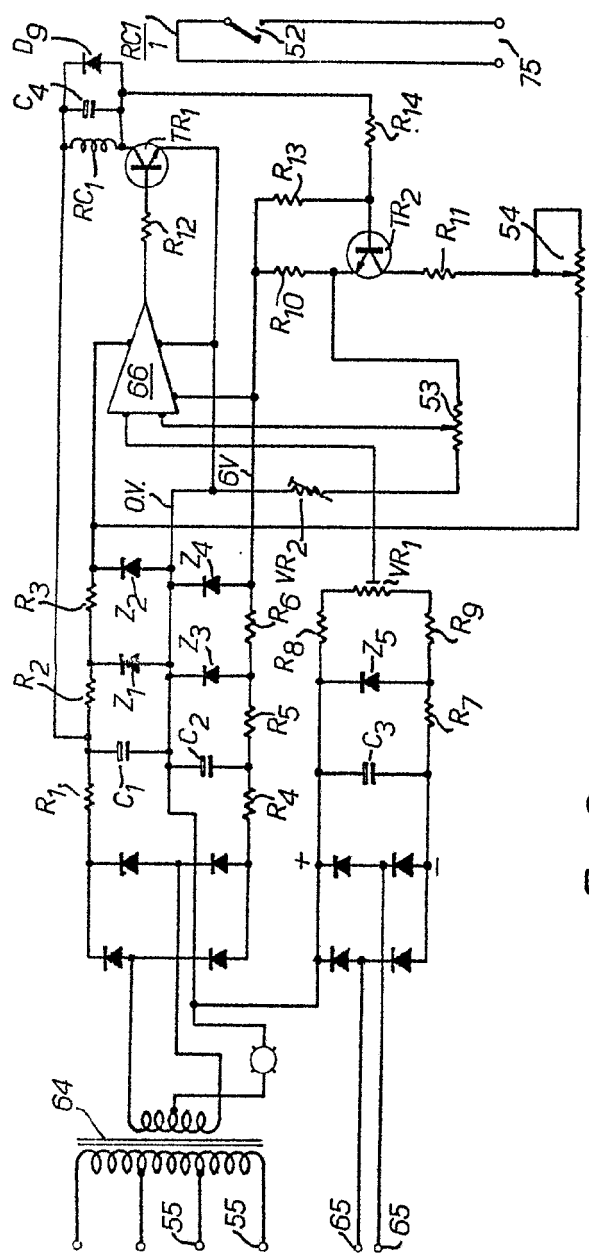


FIG. 8.

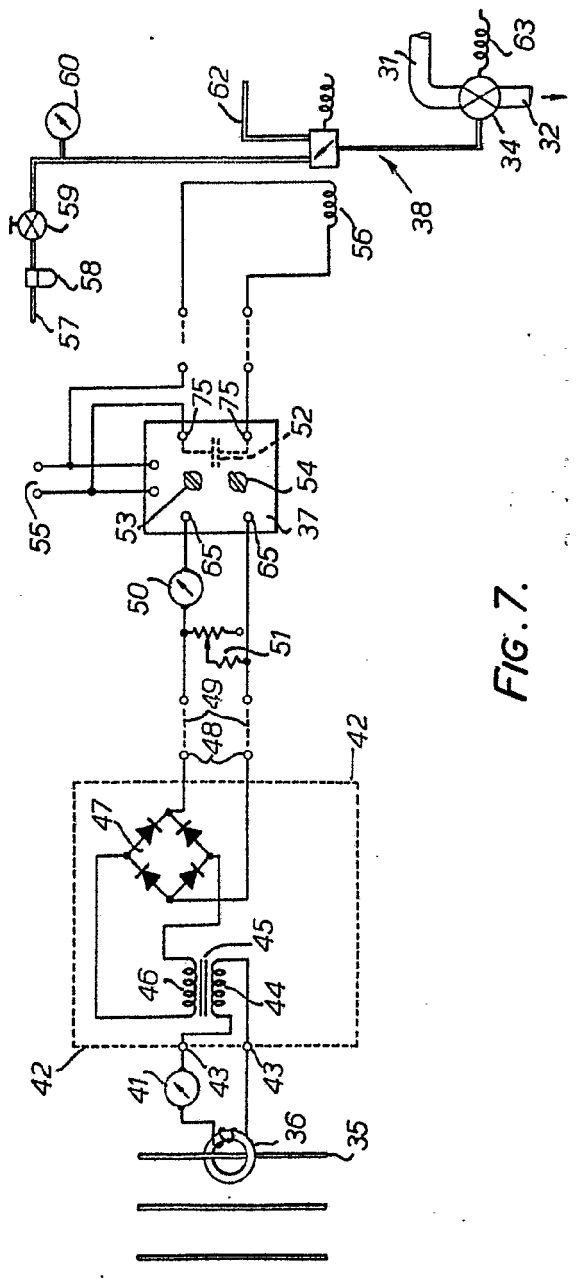


FIG. 7.

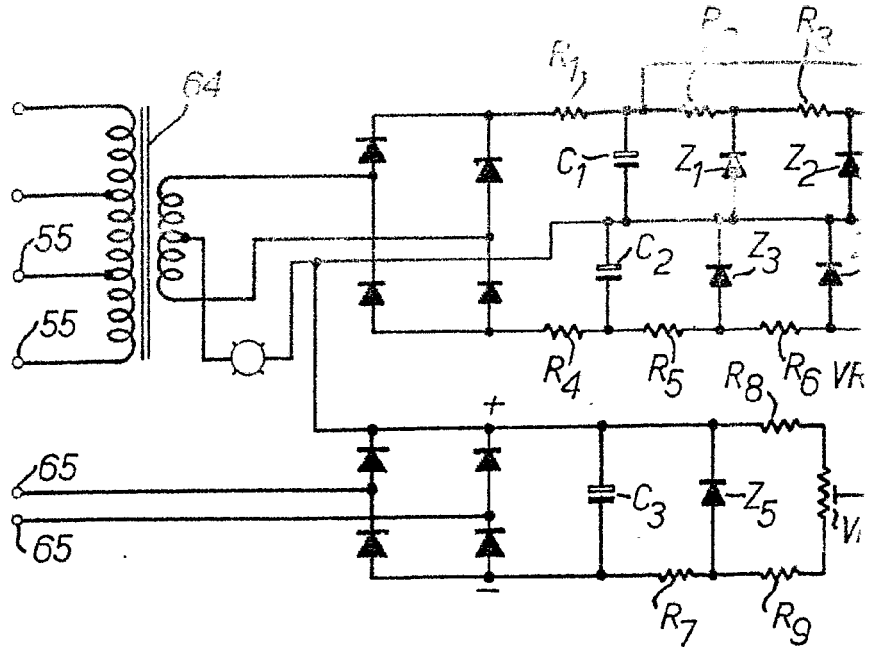


FIG. 8.

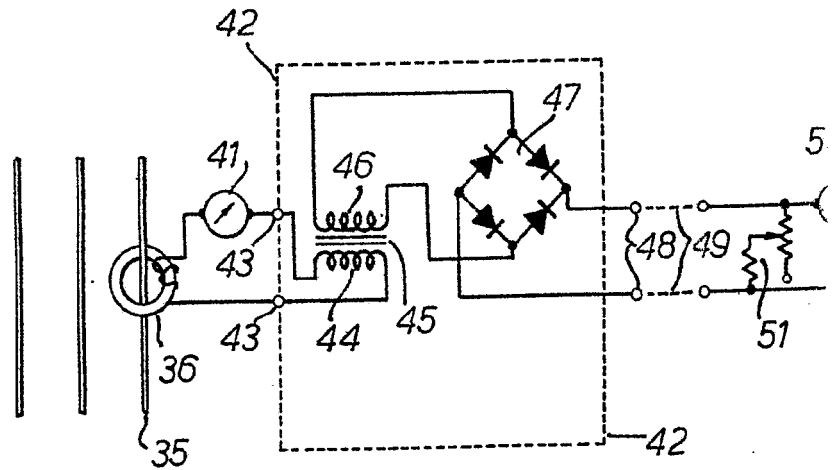
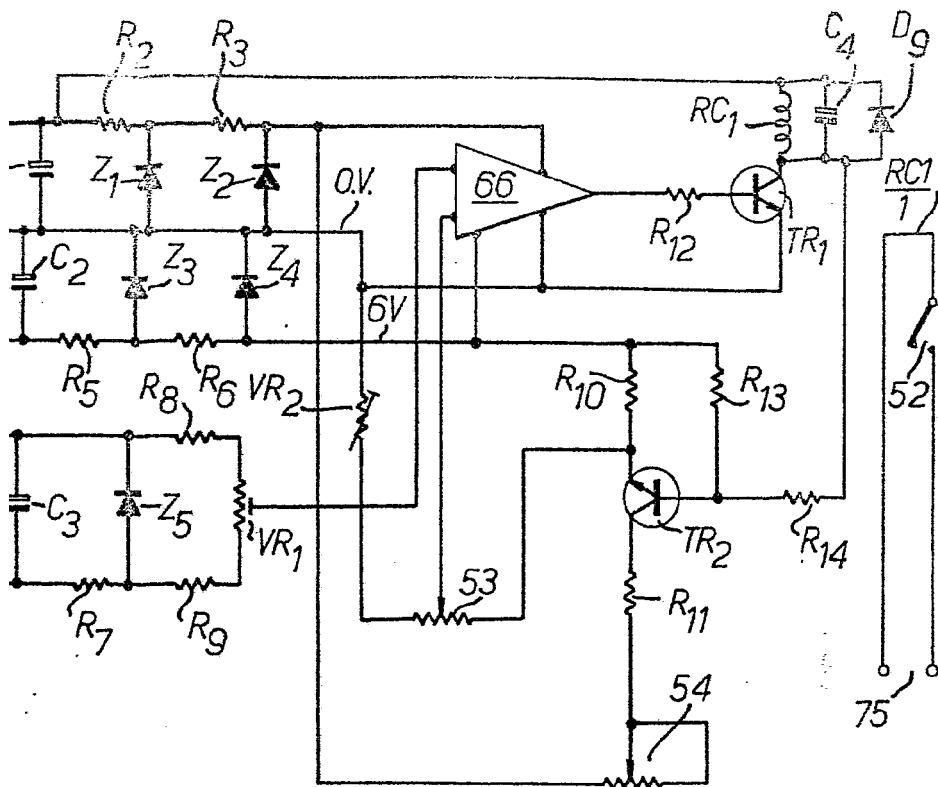


FIG. 9.



ESCALA
VARIABLE

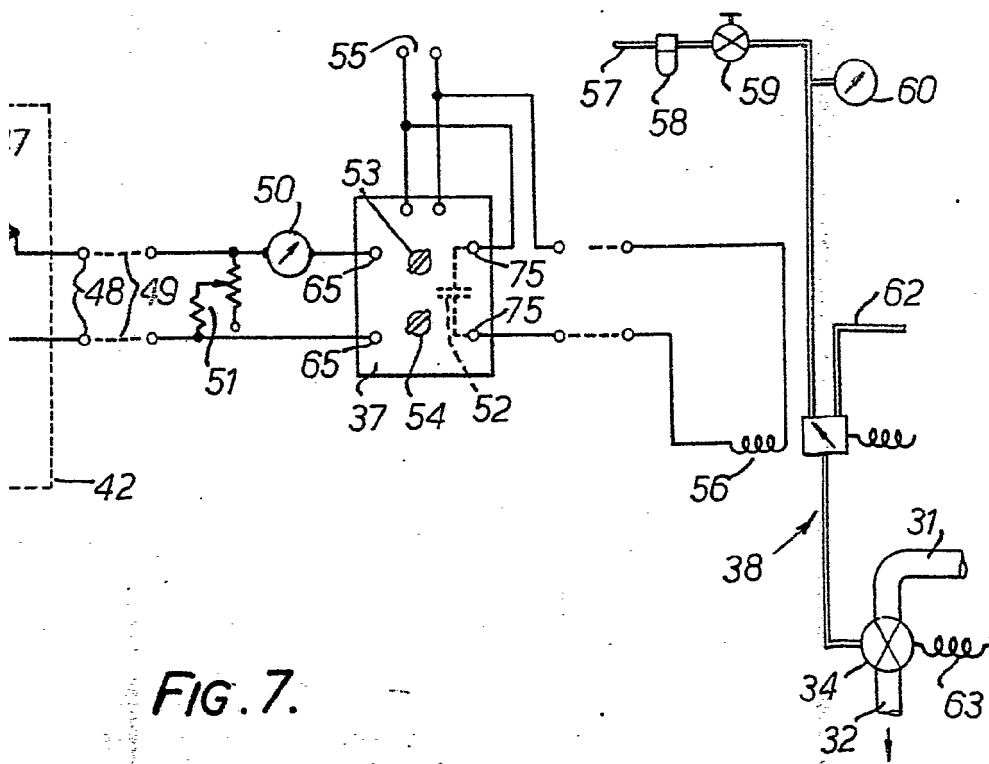


FIG. 7.

Madrid 12 DIC 1973
 A. GONZALEZ AGUIRRE Y BARRERA
 S. de Ingenieros de Electricidad