

- 68 -

469-1 HORNOS DE LABORATORIO PARA TEMPERATURAS ELEVADAS

E. J. Spohn

De: "ROCK PRODUCTUS", 58, noviembre 1949.

En la investigación cementera, tanto desde el punto de vista científico como técnico, es de primordial interés el disponer de un horno apropiado. Para la preparación de clinkers experimentales, utilizados para el control del crudo, para la realización de análisis, determinaciones de co-churabilidad, obtención de cementos de ensayo a partir de - cruídos diferentes, experimentos sobre carbones y cenizas etc. es imprescindible tener un buen horno, capaz de llegar con cierta amplitud, a los 1.500°C.

Una de las principales dificultades que se presentan en los laboratorios de las fábricas para controlar la cal - libre, en el crudo, cociendo una muestra del mismo, es preci - samente la falta de hornos adecuados. Veamos, con algún de - talle, las posibilidades que se nos ofrecen en este campo, te - niendo en cuenta que no se trata más que de los métodos clá - sicos de calefacción: gas y electricidad, prescindiendo de - los hornos de inducción y otros.

Hornos eléctricos

CARBORUNDO: El carburo de silicio se utiliza bastan - te en la fabricación de resistencias para hornos. Por regla general, alcanzan (¿?) bien los 1350°C, durante una marcha -

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

continua. Este tipo de horno no se recomienda para investigaciones sobre cemento.

**MOLIBDENO:** Este metal funde a 2620°, por lo que es muy adecuado para la confección de resistencias eléctricas. Su principal desventaja es que hay que mantener el hilo en atmósfera reductora, lo cual no es muy conveniente.

**RESISTENCIAS DE CARBÓN:** Las resistencias de carbón, trabajando a voltajes muy bajos, permiten llegar a temperaturas muy altas. No obstante, presentan varias desventajas: corta duración (siempre se quema algo) y desprendimiento de gases (CO y CO<sub>2</sub>) que alteran la atmosfera del horno. No son recomendables.

**PLATINO:** El hilo de platino sirve para resistencias eléctricas para calefacción Joule. Sin embargo, este metal, por encima de 1400°, se hace blando, se vaporiza y recristaliza, todo lo cual atenta contra la duración de los elementos calefactores. Esta clase de resistencias para hornos, no se halla generalmente en el comercio.

**PLATINO-RODIO:** Es el mejor material para los hornos de resistencia. El modelo Baker-Brunjes, de la Baker & Co., puede trabajar continuamente a 1540° durante 4.000 horas, sin tener que cambiar la mufla. Se trata, pues, de un horno recomendable desde todos los puntos de vista.

#### Hornos de gas.

Con aire comprimido y gas del alumbrado, es fácil

llegar a los 1600° y aún más. Los modelos pequeños (como el que fabrica la Deutsch Gold) no son apropiados para investigaciones sobre cemento, por la mala distribución de temperaturas.

HORNO REMMEY Nº 2150: Lo fabrica la casa Richard C. Remmey Son Co., de Filadelfia y tiene una mufla horizontal de 165 x 114 x 101 mm. (fig. 21). La mufla puede ser cerrada con un ladrillo refractario, con uno o dos agujeros, para que pueda ser quitado con unas tenazas. Hay que tener mucho cuidado en la extracción del crisol, para evitar derrames que darían al traste con la mufla (ver fig.).

HORNO DFC, TIPO 392: Con mufla cubierta, vertical (fig. 22) de 101 mm. de diámetro interno y 76,2 mm. de alto fabricado por Denver Fire Clay Co. de Denver. La mufla puede utilizarse directamente para sostener al crisol de platino o colocar en su interior un segundo crisol de silimanita, que contiene al de platino, (la llama directa perjudica al pt).

La llama entra por (2), a través del recubrimiento refractario y lame, tangencialmente, el soporte del crisol. La cubierta del horno puede sacarse con toda facilidad. (1) es el tubo para el pirómetro, también de silimanita y (4) un falso fondo, por medio del cual puede sacarse el relleno aislante (3) y la mufla. Si se reemplaza este relleno por un tubo abierto por sus dos extremos, se ofrece la posibilidad de calentar sucesivamente una serie de crisoles, mediante un

dispositivo mecánico que los vaya extrayendo del horno.

Este horno consume unos 5,6 m<sup>3</sup> de gas por hora, a una presión de 100-400 mm. de agua.

HORNO SCHNABEL: De origen alemán, muy utilizado para el control de la cal libre en los cementos. La cámara de combustión está rellena con unas bolitas especialmente preparadas, de 9,5 mm. de diámetro, para provocar la combustión de superficie. De este modo, el calor se concentra muy bien y la llama desaparece cuando las bolitas están suficientemente calientes. Es un aparato muy compacto, silencioso y más pequeño que el DFC. Lleva un crisol "colgado" de alundum, en lugar de la mufla, que se abre, al igual que el horno, cuando se va a introducir el crisol de platino. El alundum se reblandece algo a 1450<sup>o</sup>, por lo cual hay que manejarlo con cuidado.

#### Control automático de temperatura.

El control, en el caso de hornos eléctricos, es muy sencillo sin más que actuar sobre un variac o resistencia que varíe la corriente de alimentación. Para los hornos de gas, existen diversos dispositivos, todos ellos gobernados por las indicaciones de un termo-par u otro dispositivo piro-métrico cualquiera.

Hasta 1500<sup>o</sup> van bien los pares Pt-PtRh y, por encima de dicha temperatura, es preciso emplear pirómetros ópticos o de radiación. El esquema de la fig. 23 puede servir para

montar un regulador sencillo del tipo de dos posiciones (todo o nada) que cierre y abra la entrada del gas. Un dispositivo de este tipo se emplea por la firma W.A. Joons & Co., de Düsseldorf. Hay otros sistemas, con potenciómetros electrónicos compensados, tales como los de la casa Leeds & Horthrup, cuyos precios oscilan entre 600 y 800 \$. Estos aparatos llevan dispositivos registradores sobre cinta, para experiencias de larga duración.

### Crisoles

Hay diversos materiales cerámicos para la fabricación de crisoles (sílice, circonia, carborundo, etc.) que deben ser excluidos en las investigaciones sobre clinkers, porque reaccionan con los componentes de los mismos. La magnesia fundida puede utilizarse, siempre que no se pretenda una gran exactitud. El MgO, en parte, pasa a la fase líquida del clinker, actuando como flujo y modificando la viscosidad de la masa fundida y la reactividad de la misma.

El platino es el material óptimo. Hay que tener presentes, no obstante, algunas recomendaciones para su manejo:

- a) Evitar el empleo de atmósferas reductoras.
- b) No tocar nunca el crisol caliente con metales, excepto con unas pinzas de acero, frías.
- c) Antes de hacer una fusión, cerciorarse de que el crisol no posee grieta alguna. Manchas azules en el fundi-

do pueden ser indicativo de que se ha desprendido algo de metal, posiblemente bajo forma coloidal, por la acción del clinker.

d) Limpiar escrupulosamente las pinzas antes de tocar el crisol. Evitar derrames.

e) No exponer el platino, a ser posible, a la llama directa, pues las impurezas del gas del alumbrado le pueden afectar.

En todo caso, emplear crisoles de platino con un 3-5 por ciento de rodio, pues esta aleación resiste mejor las temperaturas elevadas.

#### Cómo se introduce el crudo en el crisol.

Si se trata de harinas por vía seca, pongase el polvo en el crisol y comprímase fuertemente con la contera de un lápiz, por ejemplo, o una varilla cualquiera. La mezcla se contrae, durante la combustión, por lo que es fácil sacar el "pegote" sin más que volcar el crisol.

Con pastas de vía húmeda es preciso desecarlas previamente sobre una placa caliente. El relleno se hace como antes. En todo caso, después de cada ensayo, hay que limpiar el crisol con ClH.

#### Aptitud para la cocción:

Es sencillo realizar ensayos de cocción, con muestras diferentes de crudo, confeccionando pequeñas galletas, por prensado en húmedo, sobre las cuales se marcan unos agujeros

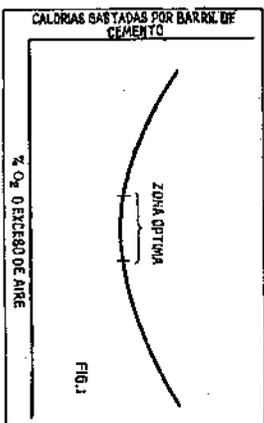
(con la punta de un lápiz) para la indentificación. Cuando se tienen varias, se colocan sobre una placa de platino y se llevan al horno. Se cuecen a una cierta temperatura y se retiran. Se repite la operación con otras galletas y se eleva la temperatura.

El aspecto externo de la probeta, su superficie y - deformación, y sobre todo, la determinación de la cal libre, constituyen excelentes indicaciones para formarse una idea - bastante fidedigna de la "cochurabilidad" de los crudos, y - para saber si las reacciones de clinkerización han sido com- pletas.

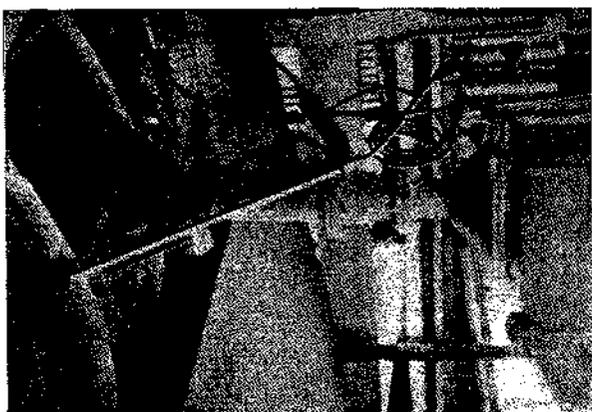
---



0



1



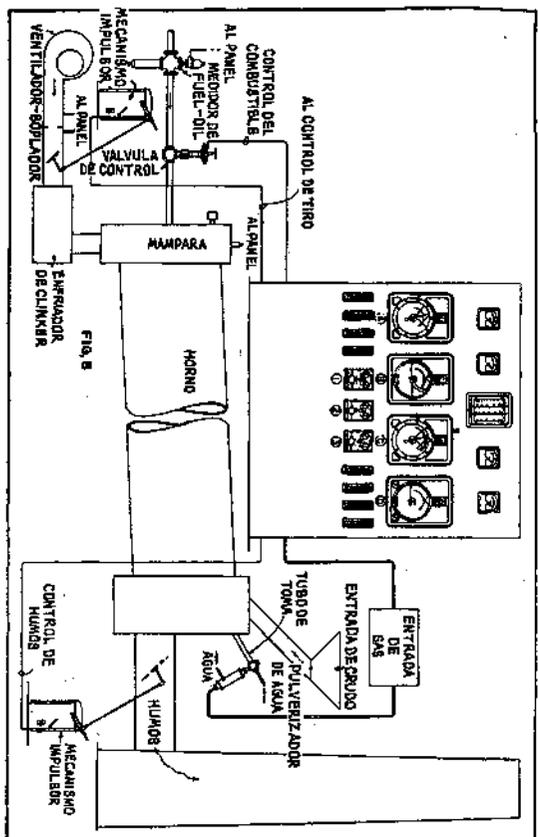
2



4



5



3



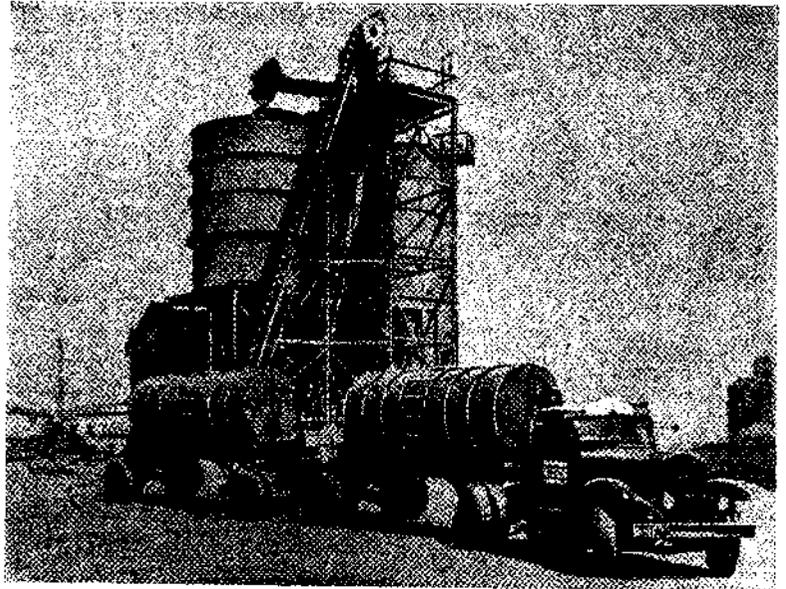
6



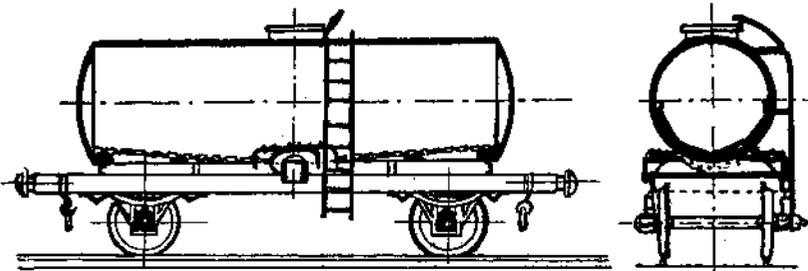
10



7



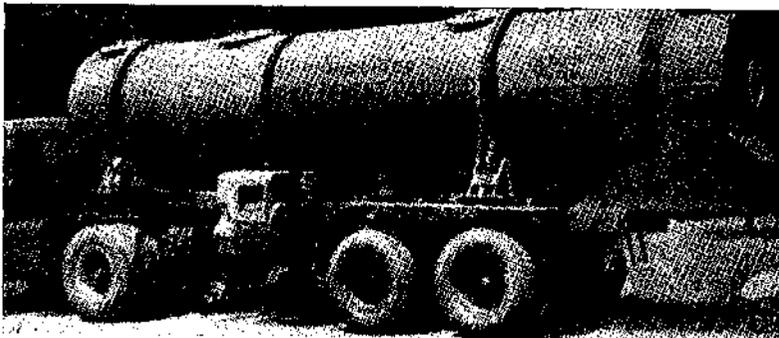
11



8



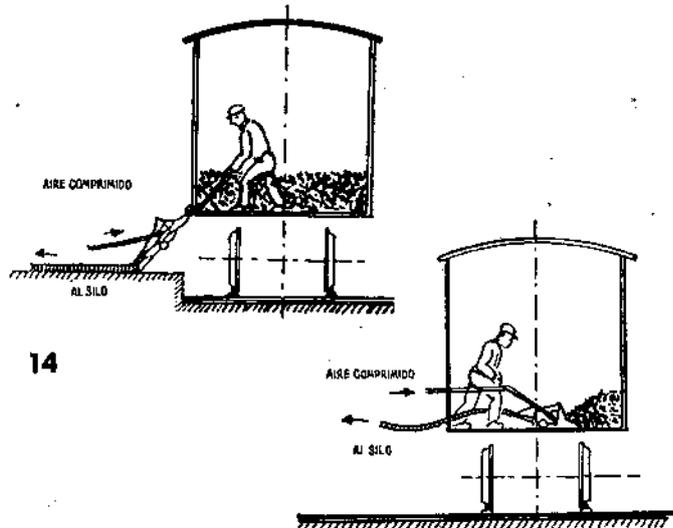
12



9

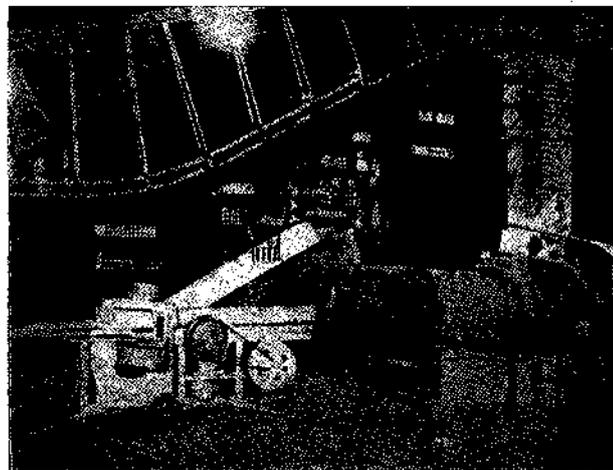


13

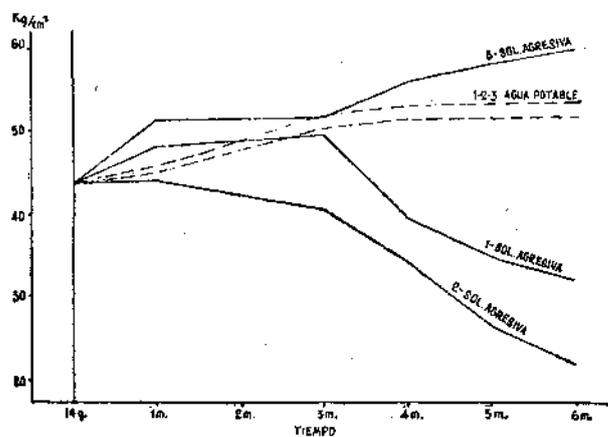


14

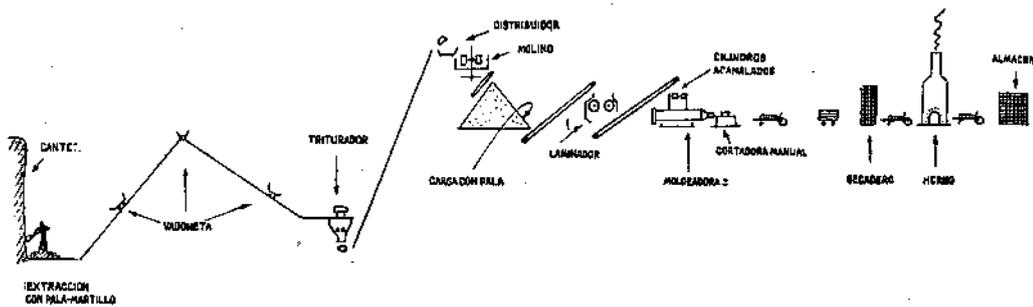
15



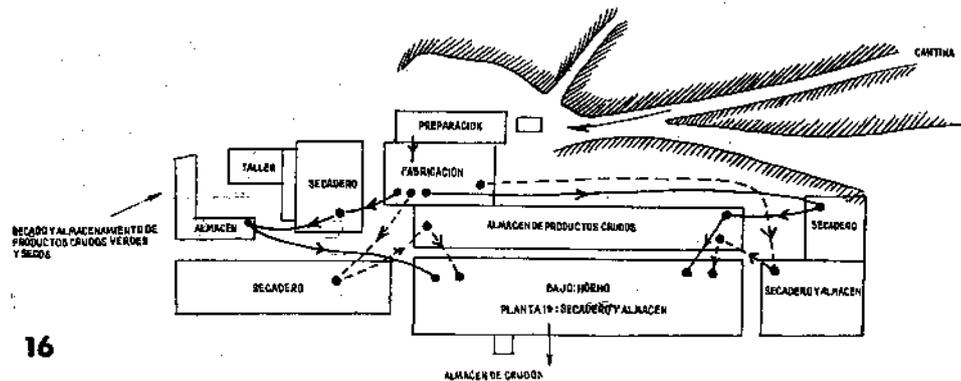
18

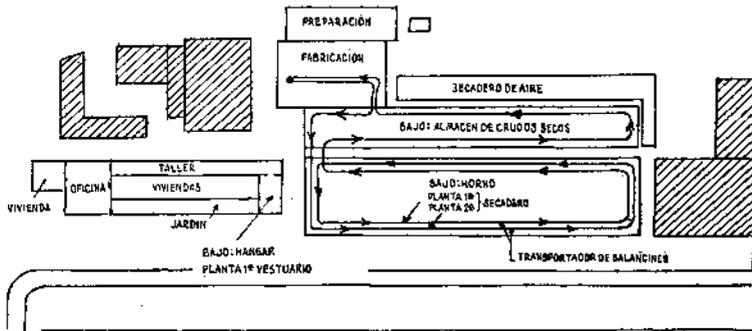
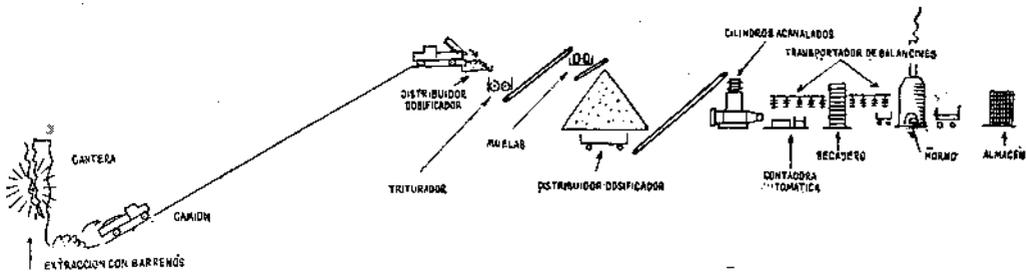


19

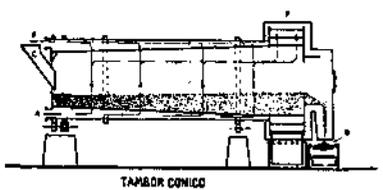
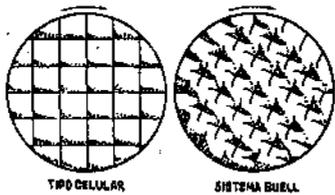
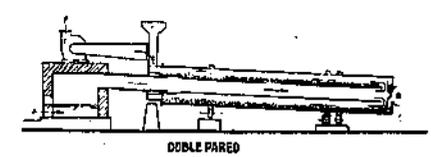
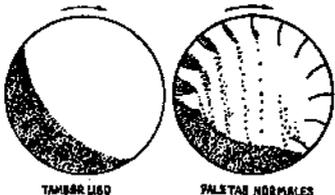
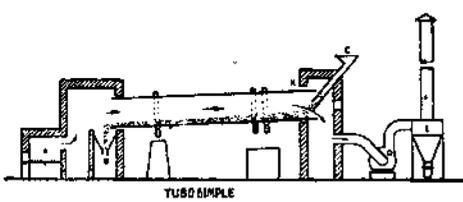


16





17



20

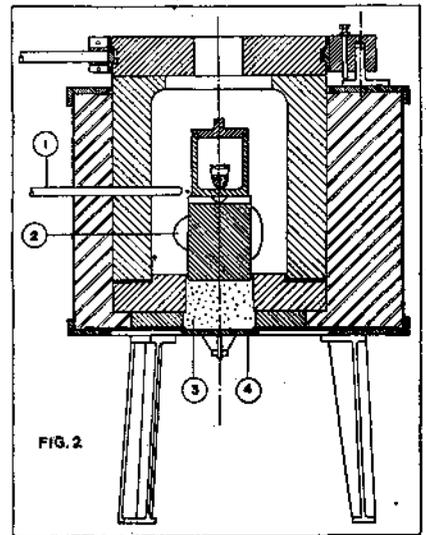
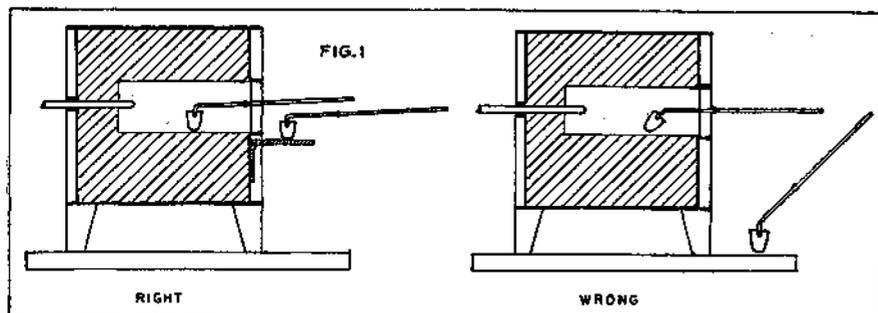


FIG. 2

22



21

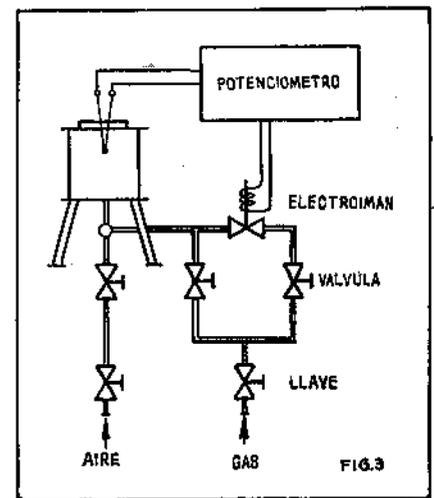


FIG. 3

23