

MEDIDOR DE IONIZACION DESNUDO PARA ALTO VACIO

Apátiga L.M., Alba F. y Flores D.

Instituto de Física UNAM, A.P. 20-364
México 01000 D.F.

Se presenta el diseño y construcción de un medidor de ionización estándar tipo Bayard-Alpert, libre de envoltura y que opera en alto vacío. Tiene dos filamentos de tungsteno, uno de repuesto, además son fácilmente intercambiables, por lo que es posible reponerlos e inclusive sustituirlos por otro de diferente elemento, iridio por ejemplo. Sus otros componentes, rejilla y colector son también de tungsteno y al igual que los filamentos están montados sobre una brida tipo Varian de 23/4" que emplea sello metálico. Se calibró con un medidor de ionización comercial de alta precisión del mismo tipo.

INTRODUCCION

El creciente desarrollo tecnológico en diversas áreas relacionada con física de materiales, formación y crecimiento de películas delgadas, técnicas de alto y ultra-alto vacío, etc., han dado como resultado un aumento en la demanda de nuevos sistemas de vacío cada vez más versátiles y de mejor calidad [1-3], al mismo tiempo existe la imperiosa necesidad de adquirirlos a bajo costo. Todo esto ha dado como resultado que dentro del Instituto de Física de la UNAM exista un grupo de investigación cuyas principales líneas son, entre otras, la de diseñar y construir sistemas y componentes de alto y ultra-alto vacío para darles diferentes aplicaciones. Siendo los medidores de vacío componentes comunes a todos los sistemas [4], se decidió diseñar y construir uno que permita tener ciertas ventajas técnicas y económicas sobre los demás. La mayoría de los medidores de ionización comerciales consisten de una ampolla de vidrio que contiene encapsulados a sus elementos [5], filamento rejilla, colector y atravesadores, de tal manera que cuando uno de éstos se daña la reparación es difícil, ya que es necesario romper la ampolla y después pegarla, por lo que casi siempre se opta por comprar uno nuevo.

En este artículo se presenta el diseño y construcción de un medidor de ionización tipo Bayard-Alpert desnudo, es decir sin ampolla de vidrio, permitiendo con esto la fácil reposición de los

filamentos y de los demás componentes cuando estos se dañen. El diseño es tal que se puede instalar fácilmente a cualquier sistema de alto vacío pues está montado sobre una brida tipo Varian de 23/4" que emplea sello metálico. El voltaje y la corriente necesaria para su funcionamiento, que es suministrada por el medidor-controlador, llega a los filamentos, rejilla y colector por medio de atravesadores diseñados y construidos especialmente para este fin [1,2]. Los atravesadores son de cerámica de alta alúmina y están distribuidos de tal manera que la conexión con el medidor-controlador se hace directamente mediante el cable conector. La calibración se hizo con un medidor de ionización comercial de alta precisión tipo Bayard-Alpert.

DISEÑO

La figura 1 muestra el diagrama de funcionamiento del medidor desnudo, que es igual al del comercial y la figura 2 un esquema mostrando todos sus componentes. El medidor desnudo tiene dos filamentos de tungsteno de 0.008", cada uno con una resistencia eléctrica de 0.2Ω y operan con 30V. Los filamentos están punteados sobre pequeños prisioneros los cuales a su vez están fijos a los atravesadores. Los atravesadores son de cerámica de alta alúmina y están pegados a la brida con resina de epoxy de alto vacío. El voltaje de operación entre la rejilla y los filamentos es de 180V. La

rejilla fue diseñada para desgasificar a 600°C con 75 Watts, es de forma espiral y está punteada sobre una estructura de alambre de acero inoxidable para darle mayor rigidez.

RESULTADOS Y DISCUSION

El medidor de ionización desnudo se instaló en un sistema de alto vacío para calibrarlo y al mismo tiempo estudiar su comportamiento a diferentes intervalos de presión. El sistema consta de una bomba mecánica, una trampa fría, una bomba turbomolecular, así como de una cámara de vacío de usos múltiples con diferentes accesos, cada uno con sus tapas y válvulas de paso. Tiene además dos medidores uno de termopar para bajo vacío y el otro de ionización tipo Bayard-Alpert para alto vacío, este último fue el que se usó en la calibración. La instalación del medidor se hizo en uno de los accesos propios de la cámara de vacío, quedando muy próximo al medidor comercial, de tal manera que fue posible tomar lecturas con cada medidor simultáneamente, empleando el mismo medidor-controlador.

El medidor de ionización comercial es un Granville-Phillips modelo 1274-0003k que puede operar a presiones en el intervalo de 10^{-4} a 10^{-7} Torr y tiene un filamento de iridio recubierto con una capa delgada de óxido de torio. Este recubrimiento hace que los electrones se emitan a menor temperatura. El medidor-controlador es también un Granville-Phillips modelo 03-260015 [6] que permite tomar lecturas en el mismo intervalo de presión con una precisión de una décima de Torr, tiene dos interruptores uno para el funcionamiento del filamento y el otro para desgasificarlo. La desgasificación se lleva a cabo aplicando 75 Watts a la rejilla del medidor. Suministra un voltaje de 30V al filamento y otro de 180V entre éste y la rejilla.

La figura 3 muestra la curva obtenida al graficar las lecturas tomadas con el medidor desnudo (o) y con el medidor comercial (*). Lo que se hizo, una vez alcanzado el vacío de 10^{-7} Torr, fue tomar lecturas simultáneamente con cada medidor a esta presión durante 8 minutos y como se puede ver la curva es constante en presión dentro de este intervalo de tiempo y además existe poca diferencia entre las lecturas tomadas con cada medidor. Posteriormente se apagó la bomba turbomolecular, lo que produjo un aumento en la presión del sistema, esto es a partir de los 8 minutos, este efecto se refleja en la curva de la gráfica, donde se puede ver que su comportamiento es exponencial, asimismo comienza a acentuarse la diferencia entre las lecturas tomadas con cada medidor. Esta diferencia se debe a que los filamentos de cada medidor son diferentes, el del medidor desnudo es de tungsteno y el del medidor comercial es de iridio con un recubrimiento de óxido de torio que hace que los electrones se emitan a menor temperatura respecto al filamento del medidor desnudo. Nótese que esta

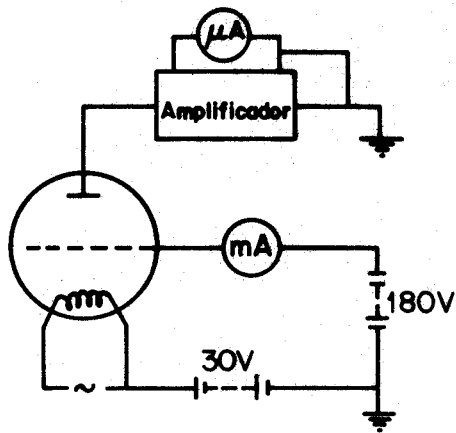


Fig.1 Diagrama de operación del medidor desnudo.

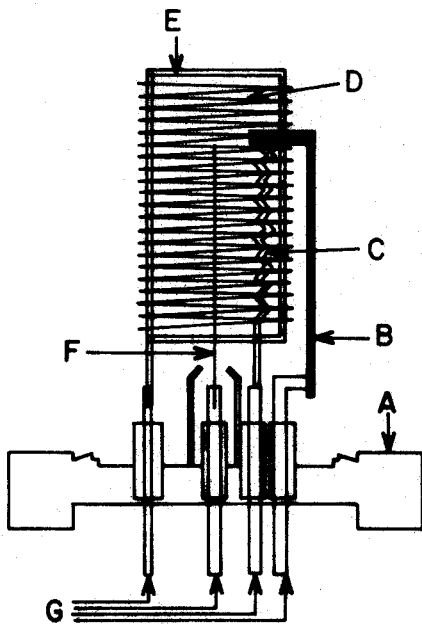


Fig.2 Esquema del medidor de ionización desnudo. A Brida tipo Varian, B soporte para los filamentos, C filamentos, D rejilla, E estructura de acero inoxidable, F colector y G atravesadores.

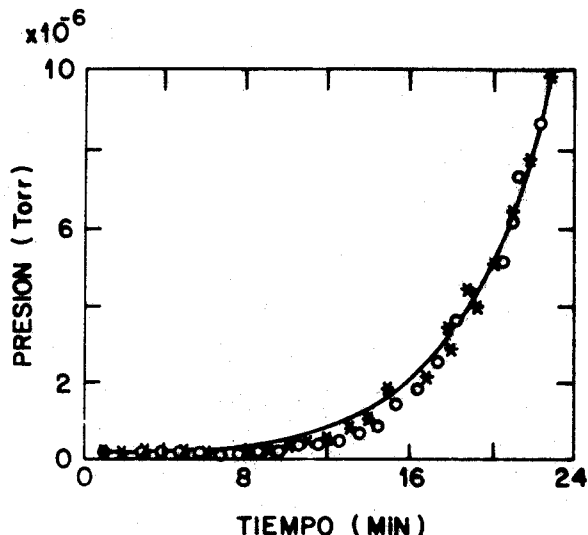


Fig.3 Gráfica de las lecturas tomadas con el medidor desnudo (o) y con el medidor comercial (*). La curva continua fue ajustada a partir de las lecturas tomadas con el medidor desnudo.

diferencia es mínima debido también a que el diseño del medidor se hizo respetando la geometría propia del medidor comercial. La curva continua fue ajustada a partir de las lecturas tomadas con el medidor desnudo y obedece la ecuación:

$$P = A e^{(Bt)}$$

donde P es la presión en el sistema, A = 8.7×10^{-6} Torr, B = $2.0 \times 10^{-1} \text{ min}^{-1}$ y t es el tiempo.

CONCLUSIONES

En realidad el diseño y construcción del medidor de ionización desnudo no es en sí complicado, sino por el contrario, es simple y cuando se está trabajando continuamente con sistemas de vacío es notable la ventaja de éste respecto a los medidores comerciales, en el sentido de que cualquier avería sufrida en alguno de sus componentes se puede reparar fácilmente y a un costo insignificante, comparado con lo que costaría comprar o reparar un medidor de ionización comercial.

Por otra parte, el diseño contribuye a que los sistemas de vacío empleados en los laboratorios de investigación estén constituidos cada vez más con componentes originales de fabricación Nacional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Sr. Edgar Méndez en la construcción del Medidor.

REFERENCIAS

1. Apátiga L.M., Alba F., Cruz H. y Flores D., Superficies y Vacío, 1, 165-167 (1989).
2. Apátiga L.M., Tesis Maestría en Ciencias (Física), Facultad de Ciencias UNAM (1990).
3. Cruz H., Alba F. y Apátiga L.M., Memorias del VI Congreso Nacional de Instrumentación, Guanajuato, Gto. (1990).
4. Pérez-Sandi S., Tesis (Físico), Facultad de Ciencias UNAM (1983).
5. Roth A., Vacuum Technology, North Holland, 2a. Ed., (1982).
6. Instruction Manual for Ionization Gauge Controllers, Granville-Phillips Co., (1971) USA.