

UN SISTEMA ESTABILIZADOR DE POTENCIAL
PARA ACELERADORES DE PARTICULAS CARGADAS

Eduardo Diaz Losada, Alonso Fernández, Luis Velázquez

Instituto de Física, Universidad Nacional de México.

(Recibido: Marzo 10, 1954)

RESUMEN

En este artículo se describe un sistema electrónico que mejora la estabilidad del potencial, en la terminal de los aceleradores electrostáticos de partículas cargadas, cuando se emplea en ellos el método de efluio variable, gobernado por los bordes aislados de una rendija por la que pasa el haz de partículas.

Descripción del sistema originalmente instalado.- En los aceleradores electrostáticos Van de Graaff, el potencial de la terminal de alta tensión, depende de su capacidad eléc-

trica y del equilibrio de las corrientes que convergen en ella. La corriente que lleva la banda a la terminal sale de ésta por el tubo acelerador en forma de partículas cargadas, por las resistencias divisoras de los planos equipotenciales y por los aisladores, en forma de fuga. Cuando llega a la terminal una corriente mayor que la suma de las corrientes que salen de ella, el potencial sube, haciendo subir esas corrientes de salida. El potencial se estabiliza cuando la suma algebraica de las corrientes que convergen en la terminal es nula.

La variación de cualquiera o cualesquiera de las corrientes, se traduce en una variación del potencial. Estas variaciones son frecuentes e inevitables y son más notables en el tubo acelerador, debido a fluctuaciones en la cámara de ionización que lo alimenta. También son notables las variaciones en la corriente de carga suministrada por la banda; hemos conseguido mantener prácticamente constante la velocidad de la banda y el potencial de las puntas que la cargan, mediante un regulador de voltaje que alimenta el motor y el rectificador de carga, no obstante, las irregularidades mecánicas y eléctricas de la banda, determinan fluctuaciones apreciables.

Para corregir las variaciones del potencial es habitual agregar a las corrientes de salida, otra cuyas variaciones están gobernadas de tal manera que tienden a mantener constante el potencial de la terminal.

Esa corriente se obtiene provocando un efluviio entre la terminal y unas puntas conectadas a tierra a través de un circuito electrónico.

La conductividad del tubo regulador del efluviio es gobernada por un amplificador simétrico de C.D. cuya entrada recibe las señales de corrección a través de un preamplificador simé-

trico seguidor de cátodo. Las señales provienen de los bordes aislados de dos placas metálicas que forman una rendija por la que pasa el haz de partículas cargadas. (Fig. 1).

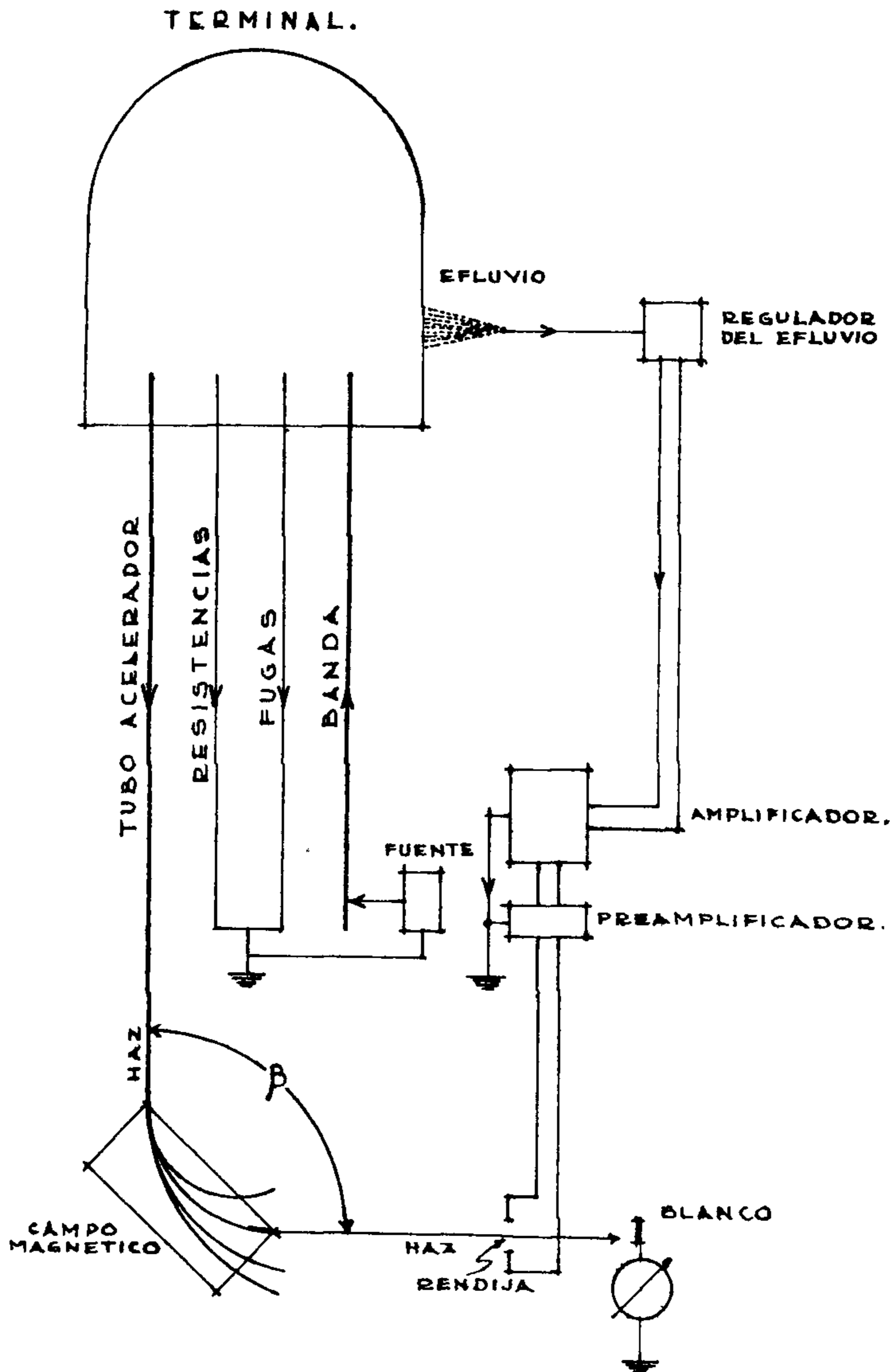


Fig. 1

El haz de partículas que salen del tubo acelerador no es homogéneo, está formado por núcleos y moléculas ionizadas, las energías de las partículas son también diversas.

El haz pasa por un campo magnético abriéndose en haces monoenergéticos que describen arcos de circunferencia de diferentes radios. De esta manera se depura el haz destinado a golpear el blanco. El ángulo entre la dirección de entrada al campo magnético y la dirección de salida, se cierra si el potencial baja y se abre si el potencial sube. Si el haz que se dirige al blanco se hace pasar por la rendija antes citada, tocará uno de los bordes de la rendija cuando la tensión sea baja y el otro cuando sea alta, enviando dos señales opuestas, a través de los amplificadores, a la válvula electrónica que gobierna el efluvió.

Cuando el potencial empieza a ser escaso, la conductividad del tubo regulador de efluvió disminuye reduciendo la corriente por efluvió y elevando el potencial. Si éste empieza a ser excesivo la conductividad aumenta, aumentando la corriente por efluvió y disminuyendo el potencial.

El regulador de efluvió originalmente instalado en el acelerador Van de Graaff se representa en la Fig. 2

La distancia "a", entre las puntas y la terminal, es regulable a mano y se debe ajustar para cada potencial de la terminal. El ajuste se hace sin la señal de los bordes de la rendija para una corriente en el microamperímetro, predeterminada. Nótese que la corriente de efluvió va de la terminal a tierra por las puntas P, la válvula reguladora VR, el μ AM, la pila C, la resistencia R", la batería B y también por la válvula V a tierra, a través de los circuitos del cátodo no representados. El camino asimétrico a tierra de la corriente

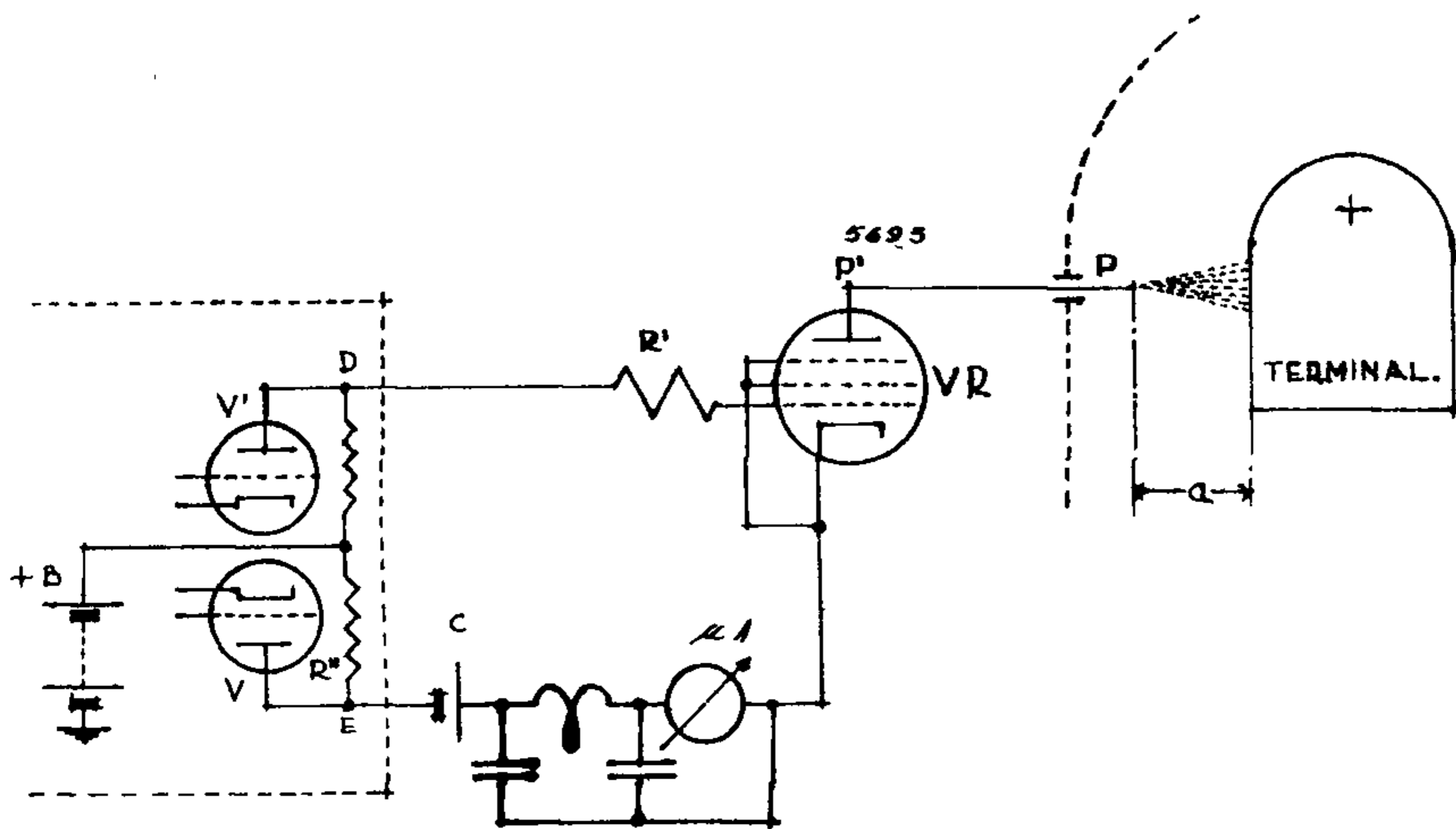


Fig. 2

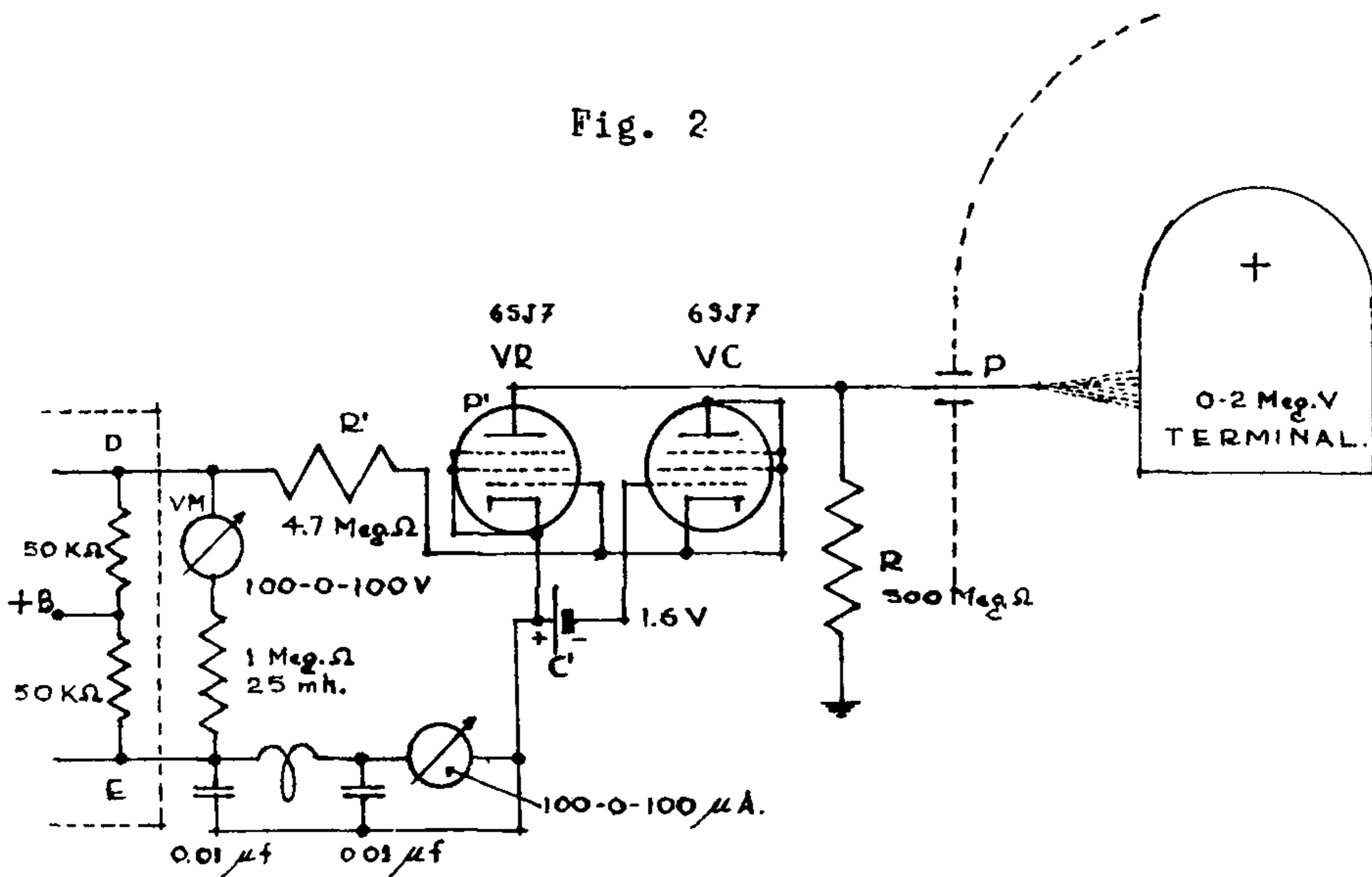


Fig. 3

de efluvio, no afecta al amplificador debido al valor prácticamente despreciable de esta corriente en relación con la corriente de placa de los tubos V y V' .

La batería C da a la reja el potencial adecuado para el funcionamiento.

El sistema descrito presenta varios inconvenientes:

- 1).- Cuando el borde de escasa energía es tocado por el haz, D se hace negativo con respecto a E y la válvula deja de conducir, elevándose tanto el potencial en P' que arquea exteriormente a las terminales próximas de la válvula reguladora. Esto puede evitarse si se hace menor la amplificación, condición que reduce la efectividad de la regulación.
- 2).- Cuando el borde de excesiva energía es tocado por el haz, D se hace positivo con respecto a E , la reja toma corriente y la resistencia R' produce una fuerte caída, limitando la tensión positiva de la reja.

Resulta que aun ajustando la amplificación y el valor de C , de manera que no se produzca el arco, no es posible obtener simetría en la corrección del potencial de la terminal para el exceso y para el defecto. Se hace indispensable desequilibrar el amplificador simétrico, de manera que tenga mayor amplificación para el caso de energía excesiva en relación con la de energía escasa.

El compromiso entre los ajustes de la distancia " a ", el potencial C , la amplificación y el desequilibrio de la amplificación, una vez logrado, es inestable debido a corrimientos en las tensiones de D y E que al diferir sin señal alteran el valor de la tensión fija de reja. Resulta de esto, que el haz de partículas que se dirigían al blanco se escapaba fre-

cuentemente de la rendija.

Mejoras introducidas en el Sistema.- En la Fig.3 se representa el regulador de efluviio que corrige los inconvenientes mencionados.

La resistencia R descarga constantemente el conductor PP' limitando la tensión de placa y haciendo menos crítico el ajuste de la distancia "a" en relación con el voltaje de la terminal. Esto permite mantener una misma distancia "a" para una gama más amplia de valores del potencial de la terminal.

La valvula electrónica adicional VC hace que las caídas en R' para la señal negativa y para la positiva sean semejantes. Los corrimientos de los potenciales en D y en E sin señal influyen poco en la simetría. El voltmetro VM indica esos corrimientos y permite vigilar el funcionamiento de los amplificadores.

El grado de amplificación puede ser alto y no es crítico, no se requiere desequilibrio en la amplificación de las dos señales.

Los ajustes en general no estan comprometidos críticamente.

La batería C' neutraliza las f.e.m. que se producen entre cátodos y rejillas por emisión. Sin esta batería, en el lazo que se forma con los cátodos y las rejillas, se establece una corriente a expensas de las f.e.m. desarrolladas por la energía de los electrones lanzados por los cátodos. Esta corriente tiende a fijar la d.d.p. de rejilla a cátodo, impidiendo que obedezca a las señales que se aplican a través de R'; al poner la pila en oposición, la corriente en el lazo desaparece y las rejillas obedecen a la señal aplicada.

El circuito descrito ha sido instalado en el acelerador

Van de Graaff del Laboratorio Nuclear de la Ciudad Universitaria de México y ha hecho posible, que la estabilidad del potencial acelerador haya alcanzado un alto grado de precisión, sosteniendo el haz constantemente sobre el blanco.

En reacciones (p, γ) , con blancos de Al y F, con energías del orden de 1.5 Mev. y manteniendo una gama en las energías de las partículas, del orden de 0.1%, la corriente media en el blanco, antes de la modificación, era de 0.2 μ A. Después de la modificación el haz se mantuvo constantemente dentro de la rendija sin escaparse y para la misma gama de energías, la corriente media mejoró, alcanzando el valor de 0.8 μ A.

Con la estadística obtenida se determinó el radio del arco descrito por las partículas dentro del campo magnético, resultando ser de 40,58 \pm 0.01 cm.