

## CONDENSADORES FOTOELÉCTRICOS

POR EL

ING. CARLOS VERCÉLLIO

---

En el año 1817 Berzelius, examinando los subproductos de la obtención del ácido sulfúrico, descubrió el selenio.

Es un elemento dedicado a la luna, como su nombre lo indica, congénero del azufre y telurio. Poco abundante en naturaleza, se encuentra con todo en las piritas asociado al azufre y formando seleniuros.

Presenta una particularidad del todo peculiar; en su estado amorfo no acusa sensibilidad alguna a la luz, mientras que al estado cristalino u al estado metálico tiene la propiedad de modificar su conductibilidad eléctrica: a saber bajo el efecto de la luz modifica su resistencia eléctrica. Todas las radiaciones del espectro visible influyen en el selenio, pero de un modo especial aquellas que miden  $07 \mu$  de longitud de onda que corresponde a la región media roja.

Fué Smith en 1873 y luego W. Siemens que descubrieron dicha propiedad, que no es sin embargo exclusiva del selenio; la gozan, — aunque en menor grado — el sulfuro de plata, el sulfuro de estaño, el fosfato de zinc y el óxido cuprico, según Mercadier y Chaperon; el negro de humo y el negro de platino según G. Bell y Taienter; el sulfuro de antimonio según Albe, pero ninguno de estos cuerpos ha dado lugar a ninguna de las ingeniosas aplicaciones que para diversos fines se han hecho con el selenio. La variación de la resistencia eléctrica del selenio no se manifiesta con mucha rapidez, observándose también que al cesar la acción de la luz no vuelve a tomar instantáneamente su primitiva sensibilidad.

Este atraso en modificar su resistencia eléctrica en relación

a las variaciones luminosas constituye la **inercia del selenio**.

Entre los metales alcalinos capaces de reaccionar bajo la acción de la luz tenemos, en orden decreciente de sensibilidad, el litio, el sodio, el potasio, el rubinio y el cesio. Muy notable el hidruro de potasio que carece de la inercia que presenta el selenio.

La hipótesis más acreditada que explica esta variación de la resistencia eléctrica bajo la acción de la luz descansa sobre la teoría electrónica de la materia.

La luz al incidir sobre estos cuerpos los ioniza; esto es poner en libertad gran número de electrones, con lo cual halla fácil paso la electricidad, volviendo estos electrones a recombinarse en la obscuridad con los átomos de que forman parte.

La velocidad de emisión de los electrones y su cantidad depende — aparte de la naturaleza del cuerpo — de la cantidad de luz que incide sobre el cuerpo y de la frecuencia.

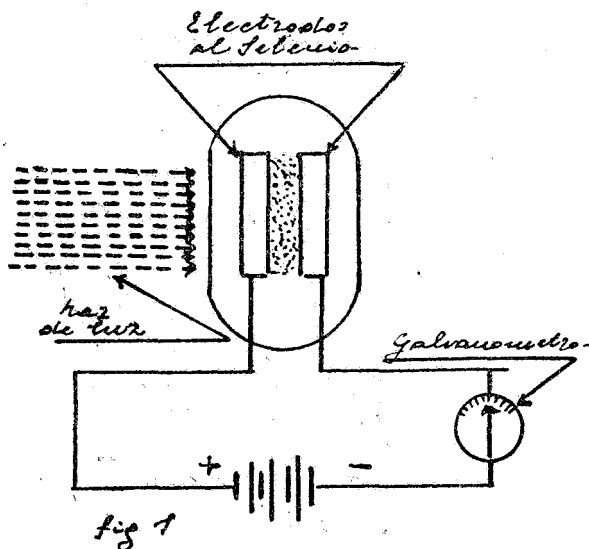
El flujo de electrones que brota del metal alcalino bajo la acción de la luz fué descubierto por Hertz en 1887 y estudiado por Hawach años después y conocido bajo el nombre de **efecto fotoeléctrico**.

Dicho efecto es el fundamento de la célula fotoeléctrica que tantas aplicaciones tiene, entre ellas la del cine sonoro y de la televisión.

Cada país tiene un tipo especial de célula; así Norte América tiene el tipo Movietone; Alemania la célula de Pressler; Italia la del Prof. Rolla, etc. Estas células se pueden dividir en dos categorías: **células fotoresistentes** y **células a emisión electrónica**. Las primeras son aquellas que utilizan el selenio, y están constituidas por una ampolla de vidrio en la cual ha sido practicado el vacío y que encierra dos electrodos metálicos sobre los cuales ha sido depositado el selenio al estado cristalino.

Colocando la célula en el circuito eléctrico de una pila y de un galvanómetro, al incidir un haz luminoso sobre los electrodos, el galvanómetro acusará el pasaje de una corriente eléctrica la cual aumentará aumentando la intensidad del haz luminoso (Fig. 1).

**Las células a emisión electrónica** utilizan metales alcalinos



y también están constituidas por una ampolla de vidrio en la cual se ha practicado el vacío. El electrodo positivo entra en la ampolla por el cuello sin hacer contacto con las paredes, mientras que el electrodo negativo pasa por la parte esférica de la ampolla y hace contacto con la capa metálica que cubre la superficie interior de la misma con excepción de un espacio transparente situado aproximadamente al frente de la entrada del polo negativo. Este espacio sirve de ventanilla para la admisión de la luz.

La superficie interior de la parte esférica de la ampolla está cubierta por una capa delgada metálica y es por lo tanto opaca a la luz.

Esta capa metálica tiene una superficie altamente reflectora y excluye completamente toda luz con excepción de la que puede pasar por la ventanilla. Sobre la superficie metalizada de la ampolla hay un depósito de potasio o de un compuesto potásico.

Al incidir el haz luminoso sobre el potasio, que constituye el electrodo negativo, se desprenden inmediatamente electrones que atraídos por el anodo dan origen a una corriente eléctrica que evidencia el galvanómetro. Esta corriente de origen electrónica puede resultar más intensa poniendo los electrodos de la célula bajo la acción de un potencial acelerador (Fig. 2). Una célula

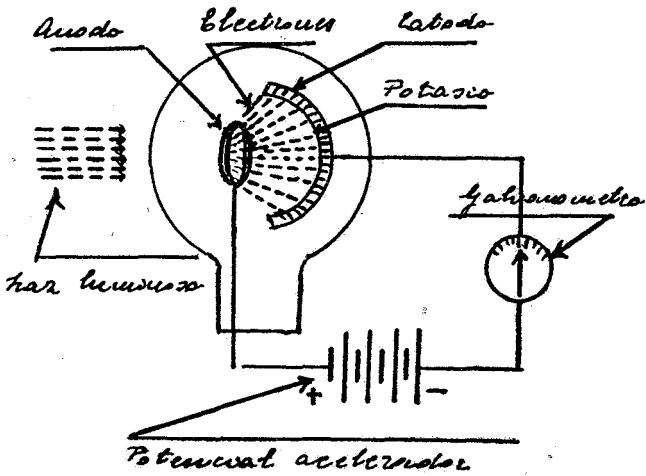


Fig 2

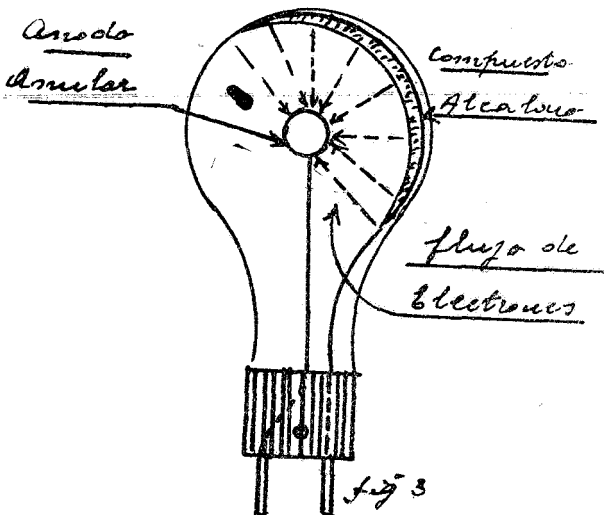


Fig 3

tipo de célula americana

así constituida detecta instantáneamente las variaciones más infinitesimales de la luz, y múltiples son sus aplicaciones.

Células al selenio se utilizan para controlar el volumen de

humo que se desprende de una chimenea; para prevenir incendios en las bodegas de los buques; para la separación de los granos de café por su coloración; para dirigir en determinada condición el tráfico reemplazando así el agente; para proteger los caudales de un Banco; para encender automáticamente serie de lámparas incandescentes del alumbrado público, etc., mientras que la célula al potasio tiene su grande aplicación en el cine sonoro y en la televisión.

La corriente fotoeléctrica que desarrolla la célula bajo el efecto de la luz es por cierto infinitesimal y no podría ser utilizada sino después de ser debidamente amplificada por intermedio de circuitos locales de pilas u de lámparas termoiónicas.

El doctor Bruno Lange del Instituto de Investigaciones de Berlín para el estudio de los silicatos ha ideado una célula fotoeléctrica que ha llamado poderosamente la atención pública, pues abre un nuevo horizonte sobre la posibilidad de transformar la luz solar en energía eléctrica para aplicarse directamente a fines prácticos.

La energía irradiada sobre un metro cuadrado de la superficie terrestre, al ser perpendicular la posición del sol con relación a esta superficie y despejado el cielo, corresponde a la **constante solar**, cuyo valor medio, por numerosas observaciones hechas, es de 1850 vatios, a saber, aproximadamente, 26 calorías por minuto.

De este enorme caudal de energía ¿qué parte ha podido económicamente captar el hombre? Considerada bajo el aspecto de energía calorífica los resultados han sido muy poco halagadores.

En el año 1927 la Oficina Nacional de Invenciones de París, a pedido del gobierno tunesino, patrocinó un concurso por un aparato que permitiera en forma económica destilar el agua utilizando los rayos solares.

La finalidad era de poder conseguir agua potable en las regiones desiertas del Sur tunesino y del Sur argelino, en donde el agua natural por ser muy cargada de sales, en particular de sales de magnesia, requiere ser destilada para poder ser bebida. A pesar de haber tenido que postergar de un año la fecha de clausura del concurso, los proyectos presentados no resultaron todo lo práctico que se esperaba.

M. Charles Maurain, profesor de la Sorbona, director del Instituto de Física del globo de la Universidad de París, con motivo del mismo problema, llevó a cabo interesantes experimentos habiendo conseguido un litro de agua destilada por día y por metro cuadrado de superficie de vidrio expuesta al sol, lo que representa un promedio de 150 gramos de agua destilada por hora.

Considerada esa energía bajo el aspecto del campo eléctrico, los resultados han sido aún menos brillantes.

Captar electricidad atmosférica ha sido y es la preocupación de muchas personas que ven en el gradiente atmosférico la posibilidad de un aprovechamiento barato de la electricidad.

La atmósfera es asiento de una electricidad permanente, generalmente de signo positivo con relación al suelo y que se puede evidenciar por intermedio de un electroscopio a hojitas de oro.

El campo eléctrico del aire va creciendo con la altura y en tiempo sereno ese campo tiene un potencial eléctrico cada vez mayor a medida que nos elevamos y cuyo valor oscila entre 100 y 150 voltios por metro de altura arrancando desde el potencial cero del suelo.

Entre la cabeza y los pies de un hombre situado en un terreno llano, al aire libre y aislado por buenas suelas, existe así una diferencia de potencial de cerca de 200 voltios, lo suficiente para encender una lamparilla incandescente de las que comúnmente se utilizan y cuya tensión standard es de 110 voltios.

Ese campo eléctrico no es constante en todos los lugares; sufre de una ligera variación diurna presentando un máximo del campo a mitad del día y un mínimo al final de la noche. Dicha variación es constante, mientras que bajo el efecto de las lluvias y de los vientos, sufre de variaciones accidentales que a veces son considerables.

Ha sido precisamente el valor de este potencial atmosférico lo que hizo concebir muchas esperanzas de poderlo utilizar a fines de alumbrado, y con frecuencia los grandes rotativos nos traen noticia que este problema ha sido resuelto con toda felicidad. Sin embargo esta iluminación barata resulta después ser un bluff, o, cuando menos, un ensueño de legos en materia eléctrica.

Esto por lo que se refiere a la electricidad atmosférica de un

día hermoso, pues en caso de tormenta el tema es aun más atrayente.

El físico inglés C. H. Wilson ha demostrado que en cada tormenta los relámpagos se suceden con la frecuencia de un centenar, lo menos, por segundo. Puesto que se calculan en 2000 las tormentas que a cada instante evolucionan en distintos puntos de la atmósfera terrestre, se puede deducir que la energía total puesta en juego en esas tormentas corresponde a un potencial de mil millones de kilovatios.

Cuantos progresos se realizarán en la economía humana cuando sea posible disciplinar esta formidable energía realmente desperdiciada en las tormentas!

Sin embargo, con los conocimientos actuales de la electricidad no es posible vislumbrar la posibilidad de utilizar el gradiente atmosférico para fines prácticos sea de alumbrado, sea a beneficio de cultivos, como se ha pretendido y como se pretende hacer continuamente.

La célula fotoeléctrica del doctor Lange consigue utilizar un vatio de los 1850 que nos brinda la constante solar, y en su Laboratorio tiene un motorcito de medio voltio de tensión movido por corriente fotoeléctrica que funciona también en tiempo cubierto.

Dicha célula prescinde por completo de la ampolla de vidrio al vacío, siendo constituida por dos láminas de cobre que constituyen los electrodos, entre los cuales hay una delgada capa de cobre oxidulado.

Es especialmente sensible a la banda ultrarroja del espectro, mientras que la célula de potasio reacciona principalmente bajo la acción de las radiaciones ultravioletas.

La delgada capa de cobre oxidulado reduce su resistencia interna dando por resultado un mayor aprovechamiento de energía que comparado con el de la célula de potasio da la proporción de 1 a 11.

Este invento tan lleno de posibilidad, ha llamado la atención pública, y los norteamericanos han invitado al doctor Lange a que vaya a los Estados Unidos, poniendo a su disposición todos los recursos para perfeccionar su célula.

Ahora bien, una aplicación racional, de la célula fotoeléctri-

ca ha dado resultados promisorios para conseguir un mayor rendimiento en los cultivos.

Al finalizar el año 1929 los diarios y las revistas científicas exaltaban los resultados conseguidos en Las Palmas por el Teniente Coronel español Don Jesús Balsa, que por intermedio de un condensador eléctrico de su invención había conseguido mejorar notablemente determinados cultivos.

El condensador eléctrico natural de Balsa tiene por dieléctrico papel, que puede ser de periódico; dieléctrico que se coloca en contacto del suelo que encierra el cultivo que se quiere beneficiar, y arriba carbón en trozos pequeños del tamaño de un grano de maíz y en proporción de 600 gramos por metro cuadrado.

El papel desempeña una doble función: de aislador y de mantener la humedad de la tierra, lo que permite un ahorro en el riego que puede alcanzar hasta un 70 %.

Por cierto esto de conservar la humedad del suelo representa por sí solo un notable beneficio. En varios países, y en particular en Norteamérica, se suele desde tiempo cubrir los sembrados con un papel negro asfaltado, lo que se hace por intermedio de máquinas especiales, consiguiendo en tal forma no solamente conservar la humedad, sino también evitar los yuyos y proporcionar una mayor temperatura al suelo.

En la Isla Hawaia, por ejemplo, se utiliza anualmente de 100 a 200 millones de piés cuadrados de este papel especial (Pabco Thermogen Mulch) suficiente para tratar alrededor de 10.000 acres, lo que permite realizar un mayor beneficio en las cosechas evaluadas arriba de un millón y medio de dólares.

En el caso del condensador, el papel es simplemente un **accesorio**, pues la función principal la desarrolla el carbón que en virtud de su mayor poder absorbente para las radiaciones térmicas, las recoge originando el funcionamiento del condensador.

En definitiva, el condensador eléctrico de Balsa es una célula fotoeléctrica y como tal funciona.

El proceso es de electrificación y nitrificación a un tiempo, aprovechando en beneficio de la planta una suma de energía térmica, eléctrica, magnética, luminosa que facilita la solubilidad de las sales que la tierra contiene, y al asimilarlo aquella con intervención de los riegos y lluvias, aumenta la presión osmótica de



los vegetales multiplicando las cosechas sin necesidad de los abonos químicos.

El año pasado quise experimentar dicho método en la forma indicada por Balsa, utilizando su condensador algo modificado, a saber: tratando previamente el papel de periódico con aceite mineral (a objeto de poder contar sobre un verdadero dieléctrico), como también utilizando papel parafinado. El experimento



Fig. 4—5. — Fotografías sacadas el 26 de Setiembre 1931

se llevó a cabo en los jardinerías de la Escuela Nacional de Agricultura de Córdoba sobre **Anemone** y **Marimóna** (ranúnculus). La siembra se efectuó en parcela dejando al lado de cada una una parcela testigo; y el resultado — de acuerdo al cuadro que a continuación se detalla — ha sido en efecto notable, habiendo comprobado en la parcela tratada no solamente un anticipo en la germinación y en la floración, sino también un mayor tamaño en el tallo y en la flor.

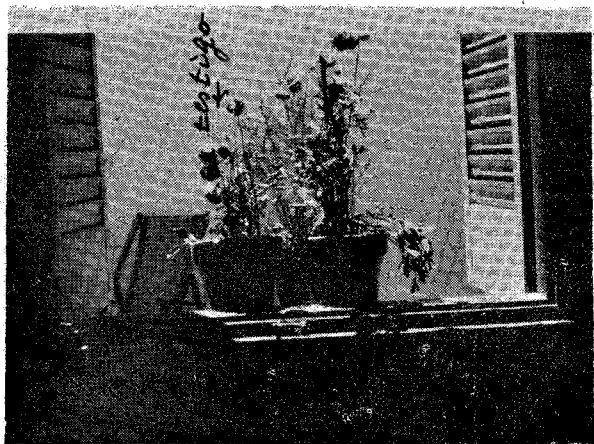


Fig. 6—7. — Fotografías sacadas el 10 de Octubre 1931

Los resultados conseguidos demuestran que el condensador fotoeléctrico ejerce una acción positiva sobre los cultivos, y aun-

Designación	Tratamientos	FECHA DE				Altura del tallo cm.	Observaciones
		siembra	germinación	Floración			
				inicio	completa		
Marimóna (ranunculus)	Testigo	V—9	VI—2	VIII—2	X—2	12	flores más grandes y más robustas
	cond. electr.	V—9	V—26	VII—26	IX—26	22	
Acemone	Testigo	V—9	VI—3	VIII—2	X—2	13—20	id. id.
	cond. electr.	V—9	V—27	VII—26	IX—26	25—32	

que su aplicación se presta para cultivos extensivos, pues en este caso lo que hace falta es un embobinamiento del papel para poderlo aplicar con mayor comodidad y rapidez; sin embargo, hasta tener un mayor acopio de datos, convendrá utilizarlo para los cultivos intensivos de flores y de hortalizas.

Córdoba, Febrero de 1932.