

lítica guerrera; así que todas, en mayor ó menor escala, son responsables de los horrores de la guerra, que estamos presenciando; pero pesa más la culpa sobre los partidos políticos y credos filosóficos, que sostienen el principio profundamente inmoral de que en las relaciones internacionales no puede haber otra ley que la del más fuerte.

Hoy día no hay, como en tiempos pasados, pueblos guerreros, porque por la difusión de la cultura y de las ideas son muy análogos los caracteres morales de las naciones civilizadas, y en ellas el pueblo, el verdadero pueblo que sufre y trabaja, es esencialmente pacifista. Lo único que todavía subsisten, como herencia del pasado, son organizaciones políticas más ó menos propensas á la guerra. Así, en términos generales, puede decirse que las Monarquías fuertes y los Imperios son más guerreros que las naciones constituidas en democracia y república, y dentro de una misma nación los partidos imperialistas sueñan con aventuras guerreras y de dominación, más que los partidos demócratas y socialistas, siendo estos últimos los que más resueltamente abominan de la guerra.

Los partidos socialistas, en efecto, son los que con más empeño y sinceridad se han dedicado á establecer lazos de solidaridad entre las clases trabajadoras, no sólo de un mismo país, sino de carácter internacional; pero los partidos conservadores han estimado peligrosas á la tranquilidad social esas corrientes de fraternidad que salvan las fronteras de las naciones, y se les ha oído con extraña unanimidad y satisfacción proclamar el fracaso del socialismo en la guerra actual, como si hubiera estado en manos de los partidarios de tan generosos ideales el evitarla.

Fuerzas superiores á las que ellos han dispuesto les han arrojado; pero aun cuando por el momento padezcan un eclipse lamentable, son humanitarias ideas; como éstas no mueren á cañonazos como los hombres, ni se ahogan con gases deletéreos, es seguro que terminada la guerra se olvidarán los odios más pronto que lo que muchos se imaginan y volverán á establecerse relaciones fraternales entre los hombres á través de las fronteras, saliendo triunfante el gran concepto de solidaridad social, cuyos fundamentos he procurado poner de manifiesto en el curso de esta conferencia.

Señores, he dicho. (*Grandes aplausos. El orador fué muy felicitado por la ilustrada concurrencia, compuesta, además de los Ayudantes, de Ingenieros de varias profesiones.*)

LOS GRANDES ELECTROIMANES DE LABORATORIO

POR

MAURICIO LEBLANC (HIJO)

Es indispensable en los laboratorios poder disponer de campos magnéticos de mucha intensidad; el medio más sencillo consiste en recurrir á electroimanes que tengan un campo magnético casi cerrado en el entrehierro que se ha reservado.

El autor estudia las distintas soluciones propuestas para realizar estos aparatos, por Weiss, de la Politécnica de Zurich, Perrin, Deslandres, Fabry, Perrot, Cotton y Piccard.

La Academia de Ciencias ha emitido su voto favorable para la concesión de importantes cantidades para la construcción de dos aparatos.

Desde que se admitió la existencia del electrón como base de las teorías modernas de los fenómenos eléctricos, los físicos tuvieron que buscar métodos que les permitiesen alcanzarlo en el interior del átomo y poder estudiar su masa, carga y velocidad.

Manifestándose nos principalmente el electrón por fenómenos luminosos dependiendo de su movimiento, pareció en seguida

evidente que se revelarían sus características haciendo variar este movimiento por un procedimiento que produjese los efectos conocidos y observando la variación que de ello resulta en el fenómeno luminoso producido.

Ahora bien, uno de los únicos medios que tenemos de obrar sobre la velocidad de una partícula electrizada es el de colocarla en un campo magnético; de la intensidad y dirección del campo sabemos deducir la variación de su movimiento si le suponemos una carga y una velocidad dada.

El descubrimiento del fenómeno de Zeemann, explicado por las concepciones teóricas de Lorentz, fué una de las primeras conquistas de la ciencia debidas á este procedimiento de investigación.

Se sabe que consiste en el desdoblamiento de los rayos espectrales de un origen luminoso colocado dentro de un campo magnético.

Este descubrimiento se hizo con un electroimán Rhumkorff, dando, aproximadamente, 10.000 gauss, el fenómeno era poco intenso y la práctica demostró que su magnitud era función de la intensidad del campo. Se intentó entonces conseguir campos magnéticos todo lo intensos posible. El medio más sencillo es, pues, recurrir á un electroimán que tenga un campo magnético casi cerrado, y operar en el entrehierro que para ello se ha reservado.

Electroimán Weiss.—Los primeros electroimanes potentes se deben á Weiss, de la Politécnica de Zurich. En la construcción de estos aparatos se precisa resolver los dos problemas siguientes:

- 1.º Obtener un circuito magnético cuya imantación por saturación sea todo lo elevada posible.
- 2.º Obtener la saturación del campo magnético con el menor gasto posible de energía.

Esta última condición exige que se pueda hacer pasar corrientes lo más intensas posible por el enrollamiento de las bobinas.

Para evitar una temperatura exagerada en el caso de un experimento de relativa duración, es preciso adoptar una refrigeración especial. Weiss la realiza constituyendo el enrollamiento de las bobinas, en vez de ser con hilo de cobre, con un tubo de cobre, por el que se hace pasar una rápida corriente de agua.

En lo que respecta al primer punto, el descubrimiento hecho por Preuss de la propiedad del ferrocobalto, que es susceptible de una imantación por saturación del 10 por 100 superior á la del hierro, permite una ganancia importante sobre los núcleos que son por completo de hierro de Suecia.

El estado actual de la industria no permite todavía obtener piezas de ferrocobalto bastante grandes para poder constituir por completo de esta materia los núcleos de electroimán. Es preciso contentarse con dotar á los núcleos de hierro de Suecia, de piezas polares de ferrocobalto.

En el cuadro siguiente se demuestra la ventaja que puede sacarse del empleo de estas piezas y se expresan los resultados de algunas medidas, efectuadas por Picard y Fortrat en el laboratorio de Weiss.

Diámetro en el frente de la pieza polar. Milímetros.	Entrehierro. — Milímetros.	Amperios vueltas.	CAMPO EN GAUSS		Potencia empleada. — Kilovatios.
			Hierro.	Ferrocobalto.	
3	2	25.000	39.002	41.840	0,34
»	»	50.000	43.540	45.790	1,37
»	»	100.000	45.700	48.020	5,5
»	»	200.000	47.570	49.990	22
»	1	200.000	52.580	55.170	22

La ganancia conseguida con el ferrocobalto es, pues, aproximadamente, de un 5 por 100 de la intensidad del campo medida en gauss; es también importante si se considera la potencia necesaria para conseguir una intensidad de campo dada, es cuatro veces más pequeña con las piezas polares de ferrocobalto que con las piezas polares de hierro. El electroimán Weiss tiene 1,60 metros de altura, y pesa 1.600 kilogramos. El enrollamiento comprende mil vueltas de tubo montadas en serie para la corriente eléctrica y divididas en 10 secciones montadas en paralelo para la circulación del agua; en las condiciones de marcha máxima, ó sea á 200 amperios, el agua bajo presión que entra en el aparato á 15° sale á 50.

Por consecuencia, con este aparato no se puede esperar aumentar mucho la intensidad de la corriente en el enrollamiento, y, sin embargo, como puede darse una cuenta examinando las cifras del cuadro adjunto, en las proximidades de la saturación no se puede aumentar el valor del campo en algunos gauss más que al precio de un aumento en extremo considerable del gasto de energía. También puede observarse en el mismo cuadro la diferencia obtenida en el valor del campo para un igual gasto de energía con un entrehierro de dos milímetros ó con uno de un milímetro.

Ahora bien, todo el interés de estos grandes electroimanes de laboratorio no consiste en batir el *record* del número de gauss, sino que es preciso también obtenerlos en un espacio suficientemente extenso para que pueda colocarse en él un instrumento de medida, un origen luminoso, un cristal, una cubeta, etc.

Cotton ha desarrollado recientemente este asunto en un artículo publicado en la *Revue Scientifique*, en el que estudia uno por uno todos los principales problemas en cuya solución puede utilizarse un potente electroimán; nos conformaremos con enumerarlos para demostrar lo interesante que resulta este instrumento de trabajo: propiedades magnéticas de la materia á distintas temperaturas, propiedades magnéticas de los centros cristalizados, acciones magnéticas sobre las partículas eléctricas, orientación de las moléculas por el campo magnético, investigaciones sobre la simetría molecular, acción del campo magnético sobre los seres con vida, etc.

Termina diciendo que para toda esta clase de estudios es preciso no solamente campos muy intensos, sino también muy extensos, en todo caso excediendo notablemente el volumen de los que se dispone en la actualidad, es decir, un cilindro de tres milímetros de diámetro y de dos de altura.

Varias son las soluciones propuestas para mejorar los actuales aparatos:

Solución Perrin.—Propone emplear bobinas sin hierro. Con estas bobinas el campo es constantemente proporcional al número de amperios-vueltas, es decir, á la corriente que atraviesa la bobina y puede uno darse cuenta de que se podría en esta forma alcanzar el valor del campo que se quisiera, si desgraciadamente la cantidad de calor desprendido de la bobina no creciese al mismo tiempo que el cuadrado de la corriente y si no fuese difícil evacuarlo bastante rápidamente.

Solución Deslandres y Fabry.—Han propuesto conservar el circuito magnético del electroimán, pero colocar el enrollamiento, no sobre los núcleos, sino alrededor del entrehierro; cuando las piezas polares están próximas á la saturación, á un aumento de corriente en el enrollamiento corresponde un crecimiento del campo en el entrehierro, tan elevado como el crecimiento propio de la bobina considerada como situada en el aire, y como el entrehierro se halla en el centro de la bobina, esta fuerza magnética se utiliza en esta forma todo lo posible.

Es evidente que existe una dificultad para agrupar alrededor del entrehierro los amperios-vueltas que están ordinariamente repartidos á lo largo de los núcleos. Los autores constituyen el enrollamiento con una cinta de cobre de unas décimas de milímetro de espesor, sumergida en petróleo, que sirve á la vez para aislador y para refrigerante. Empleando petróleo enfriado á -30° , han podido alcanzar densidades de corriente de 1.500 amperios por milímetro cuadrado con cobre de $\frac{2}{10}$ de milímetro de espesor y de 1.800 amperios con cobre de $\frac{1}{10}$. La temperatura del metal queda, desgraciadamente, siempre superior á la del líquido con una densidad de 30 amperios y una velocidad del petróleo de 0,60 minutos por segundo; el exceso de temperatura era de 130° .

Con piezas polares de ferrocobalto y un entrehierro de 1,7 milímetros de espesor por tres de diámetro, han obtenido con 1.800 amperios 49.800 gauss, y con 1.900 amperios 51.500 gauss.

Deslandres y Perrot han demostrado que construyendo el aparato con cobre de la mejor calidad y aumentando sus dimensiones lineales se podrá conseguir un campo final que excediese de 100.000 unidades; la potencia necesaria sería, aproximadamente, de 2.000 kilovatios, y sería preciso rebajar la temperatura inicial del petróleo á 60° y elevar su velocidad de circulación á 1,20 metros por segundo.

Solución Cotton.—Hace observar que en la solución precedente, si las bobinas están colocadas en el lugar en que su acción es más potente, también están en el sitio donde son más molestas para un gran número de experimentos, en fin, la supresión de los núcleos no permite hacer variar el entrehierro dentro de tan grandes límites.

Cotton estudia desde hace muchos años, en colaboración con Weiss y Piccard, la construcción de un electroimán del tipo Weiss con núcleos de un metro de diámetro y peso de 100 toneladas, aproximadamente. Este electroimán daría campos bien constantes en los entrehierros, aproximadamente, 200 veces más extensos que los que se utilizan actualmente.

Además, cuando se quisiera obtener campos muy intensos se cubrirían las piezas polares con bobinas suplementarias enérgicamente enfriadas por agua bajo presión y en las que se pudiese realizar densidades medias de corriente equivalentes á las producidas en el aparato de Deslandres y Perrot.

La Comisión de la Academia de Ciencias que se ocupa de la organización del laboratorio electromagnético ha opinado que estas dos últimas soluciones eran en extremo interesantes según los problemas que se propusiesen resolver, y en su última reunión ha formulado y resuelto:

1.° Que se destine una cantidad de 180.000 francos para la construcción por Pierre Weiss de un electroimán de cien toneladas de peso, con núcleos de un metro de diámetro y que pueda dar un flujo de 55.000 á 60.000 gauss; con bobinas suplementarias se podrá alcanzar 80.000 gauss.

2.° Que se destine una suma de 50.000 francos para la construcción por Deslandres y Perrot de un electroimán de su sistema que pueda dar 100.000 gauss; sólo pesará tonelada y media.

H.

