

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

2 DE FEBRERO DE 1905

SUMARIO

	Páginas
Ministerio de la Gobernación.	55
Bibliografía.	58
Información.	59
Memoria acerca del Congreso internacional de electricidad de Saint-Louis.	33
Revista extranjera.	40
Noticias industriales y Personal de Obras públicas.	63

MEMORIA

ACERCA DEL

CONGRESO INTERNACIONAL DE ELECTRICIDAD DE SAINT LOUIS

(ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA)

DE LOS

Ingenieros de Caminos, Delegados del Gobierno español,

D. GUILLERMO BROCKMAN, D. ANTONIO GONZÁLEZ Y D. MIGUEL OTAMENDI

AÑO 1904

Introducción.

Invitado el Gobierno español por el de los Estados Unidos de la América del Norte para enviar representantes al Congreso Internacional de Electricidad que había de celebrarse en Saint Louis, con motivo de la Exposición Universal con que aquella gran República conmemora el Centenario de la adquisición del inmenso territorio denominado La Luisiana, fuimos nombrados comisionados, asistiendo á aquel certamen de tan excepcional importancia y de carácter tan general.

Las aplicaciones de la electricidad se extienden, en efecto, en la época presente á casi todas las ramas de la actividad humana.

Desde las experiencias de Galvani y Volta y la explicación que de los fenómenos observados daba Faraday, los descubrimientos se han sucedido con una rapidez pasmosa.

Los trabajos de Oerstedt, de Ampere y de Faraday dieron á conocer los principios y las leyes de las corrientes eléctricas, al mismo tiempo que las experiencias de Davy mostraban los recursos que en la Ciencia eléctrica había de encontrar la Química, que Jacobi constituía la industria importante de la galvanoplastia, y que el descubrimiento de Arago de la imantación del hierro por las corrientes daba nacimiento á la telegrafía eléctrica.

Más lento fué el progreso de la utilización de este nuevo agente para los motores y la producción de las corrientes por medios mecánicos, pues si el problema estaba resuelto en principio, las soluciones prácticas ofrecieron grandes dificultades.

Si en ciertas aplicaciones no presentaba inconvenientes serios la marcha alternativa de las corrientes inducidas, producidas por el funcionamiento ordinario de los órganos mecánicos, entonces usados, para otras convenía rectificar estas corrientes, obteniéndolas semejantes á la engendrada por la pila de Volta. El empleo del anillo de Pacinotti, mucho antes ideado, y la in-

vención de la dinamo industrial de Gramme, resolvieron por completo el problema, transformando enteramente la industria y siendo el punto de partida de los diversos generadores y motores y de otros aparatos de tan distintas clases que utilizan y transforman la energía de modo tan diferente, en armonía con las necesidades ó según los medios de que se dispone, y aprovechan las fuerzas naturales en reserva, empleándolas de modo que se consiga su mejor utilización.

La pila secundaria de Gastón Planté, ideada en 1859, dió origen á los acumuladores industriales, elemento tan útil, que tantas aplicaciones tiene en las instalaciones eléctricas y cuyo perfeccionamiento tan conveniente se procura con insistencia.

La electricidad ha realizado también una verdadera revolución en la industria de los transportes, multiplicando las relaciones entre los habitantes de una misma ciudad y las comunicaciones entre las diferentes localidades, y permitiendo ó desarrollando el establecimiento de líneas difíciles de explotar por medio de locomotoras de vapor, pero de gran conveniencia en los más importantes centros de población, como son los ferrocarriles subterráneos ó las vías elevadas, é iniciándose también su empleo en las grandes líneas de ferrocarriles.

La aplicación del arco eléctrico á la refinación del hierro, experiencia realizada por William Siemens en la Exposición de París de 1881, operando en un crisol con un kilogramo de dicho metal, fué el origen de los poderosos hornos eléctricos que en la actualidad se emplean, habiéndose sacado tan gran partido de los enérgicos medios que la electricidad industrial proporciona para el notable desarrollo adquirido por la Electrometalúrgica y la Electroquímica.

El alumbrado eléctrico se extiende cada día más, por sus ventajosas condiciones, y después de haber conseguido producir desde los focos menos intensos, fracciones de una bujía con lámparas de incandescencia, hasta los más potentes en las de arco, se idean nuevas lámparas con mayor rendimiento, pasando de Nernst á la más moderna de Cooper-Hewitt de vapor de mercurio.

Para los medios de cambio del pensamiento humano, el telégrafo y el teléfono aportan cada día un nuevo progreso, ideándose los métodos más ingeniosos para multiplicar el servicio de las líneas y para utilizar un mismo hilo en la transmisión simultánea de varios despachos en el mismo sentido ó en sentido contrario, dejando á los aparatos receptores el cuidado de escoger ó registrar aquellas señales que les sean destinadas. Se ha llegado hasta suprimir los conductores metálicos, confiando al aire el cuidado de transmitir las ondulaciones eléctricas, y salvando de este modo enormes distancias, cada día en aumento.

Pero aún más se desea y también se ha conseguido; la electricidad permite inscribir los sonidos, conservar la palabra y repetirla después en otro lugar y en lejano tiempo, perfeccionando el procedimiento para tratar de lograr el mismo timbre y la mayor identidad en el sonido original que se reproduce.

Las corrientes de alta frecuencia y las propiedades aún misteriosas que presentan las radiaciones emitidas por las ampollas de Crookes, han sido aplicadas con notables resultados en Fisiología y en Terapéutica, continuándose sin descanso las investigaciones en este interesantísimo terreno.

Inmenso es, por tanto, el dominio que la Electricidad abarca, y extraordinaria, por consecuencia, la importancia del Congreso, que de tan múltiples aplicaciones había de ocuparse, como así lo prueba el número considerable de Memorias presentadas que debían examinarse y discutirse.

El reducido tiempo que por su especial carácter han de durar estos Congresos, y la intranquilidad consiguiente al incesante empleo de todos los momentos en ocupaciones inherentes al mismo, unas de índole técnica, otras de sociabilidad y relaciones de confraternidad entre los miembros, impide, como el eminente Poincaré decía en la sesión de clausura, puedan detenidamente estudiarse cuestiones de importancia; pero estos Congresos tienen, además, por consecuencia, un cambio de ideas tan

fructuoso entre los hombres de diversos países que á esta clase de estudios se dedican y que en trabajos de este género se emplean, y crean entre ellos lazos de mutua amistad, origen de ulterior comunicación entre individuos que análogas ocupaciones aproximan y que intereses comunes relacionan, contribuyendo esto poderosamente al más rápido y vasto progreso de las Ciencias y á la unión por ellas de los diversos pueblos.

Al pasar á la reseña del Congreso, se indicará que este trabajo puede considerarse dividido en dos partes: se ocupa la primera en los puntos estudiados por la Cámara de los Delegados que representaban á varios Gobiernos, consignando las conclusiones que se adoptaron como resultado de sus deliberaciones; y se refiere la segunda al Congreso propiamente dicho, citándose y examinándose ligeramente las principales Memorias presentadas y discutidas.

Memoria.

El Congreso Internacional de Electricidad de San Luis fué convocado en el «Music Hall of the Coliseum», el 12 de Septiembre del corriente año, por la mañana. Este quinto Congreso de Electricidad, por el número de sus miembros (unos 1.500) y por los trabajos presentados (más de 150), puede decirse que ha tenido doble importancia que el cuarto celebrado en París en 1900, y cuatro veces más interés que el anterior de Chicago de 1893.

Después de un breve discurso de bienvenida á los electricistas pronunciado por el Presidente de la Exposición, se procedió á la organización del Congreso, siendo nombrado Presidente el profesor Elihu Thomson y Vicepresidentes los Delegados por España, Italia, Inglaterra, Francia y Estados Unidos.

Para la lectura y discusión de los trabajos presentados se formaron ocho Secciones: (A.) Teoría general.—(B.) Aplicaciones en general.—(C.) Electroquímica.—(D.) Transporte de la potencia eléctrica.—(E.) Luz eléctrica y su distribución.—(F.) Tracción eléctrica.—(G.) Telegrafía y telefonía.—(H.) Electrotterapia.

Independientemente de estas Secciones se creó, como en los anteriores Congresos de Chicago y París, la Cámara de Delegados formada por los representantes de las naciones destinada á proponer acuerdos internacionales. Estaban en esta Cámara representadas: la República Argentina, Alemania, Australia (las Colonias), Dinamarca y Suecia, España, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Hungría, India é Italia.

Fué nombrado Presidente de esta Cámara el profesor Elihu Thomson y Vicepresidentes los Delegados por Dinamarca y Suecia, España, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Hungría é Italia.

Constituido así el Congreso en conjunto, hubimos de distribuir el trabajo en la forma que consideramos preferible á fin de cumplimentar nuestra misión oficial debidamente, asistiendo de preferencia á las deliberaciones de la Cámara de Delegados, pero concurriendo también á las sesiones de las Secciones indicadas, aunque sin poder seguir continuamente sus discusiones, por ser, como se ha manifestado, ocho su número, no quedando tampoco suficiente tiempo durante el período del Congreso para la visita detenida de la Exposición, ni aun sólo de los extensos pabellones destinados á las instalaciones eléctricas y á las mecánicas con la electricidad relacionadas.

Cámara de Delegados.

Después de presentadas y encontradas suficientes las credenciales de todos los miembros, propuso el Presidente se tomaran en consideración las dos siguientes cuestiones: 1.ª Sistema internacional de Unidades Electromagnéticas. 2.ª Pliegos de condiciones tipos para la construcción de máquinas y aparatos eléctricos.

La Cámara aceptó la propuesta y nombró al efecto dos Comisiones ponentes, una para la primera cuestión, formada por los

Delegados de Italia, Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, y otra para la segunda, formada por los Delegados de Italia, Gran Bretaña, España y Estados Unidos.

Sistema internacional de unidades.—Sabido es que en 1861 la Asociación británica dirigida por William Thomson, hoy Lord Kelvin, y continuando los trabajos de Gauss y Weber, consiguió expresar las cantidades eléctricas en función de la longitud, la masa y el tiempo, constituyendo así el sistema (C. G. S.) de unidades llamadas absolutas. El Congreso Internacional de Electricidad de París de 1881 consagró este sistema de unidades estudiado por la Asociación británica, adoptando para las medidas eléctricas las unidades fundamentales: centímetro, gramomasa, segundo (C. G. S.), y definiendo como unidades prácticas de resistencia el *ohmio*, equivalente á 10^9 unidades (C. G. S.), y de fuerza electromotriz el *voltio*, igual á 10^9 unidades (C. G. S.)

El Congreso, siguiendo las ideas de Pouillet y Siemens, decidió que el *ohmio* estuviera representado, para las necesidades de la práctica, por una columna de mercurio á 0° c. de un milímetro cuadrado de sección, y de una longitud que habría de ser determinada por una Comisión internacional.

De las anteriores unidades, por relaciones bien conocidas, se deducen todas las demás prácticas.

Así, fué llamada *amperio* la unidad práctica de intensidad de corriente, ó sea la corriente producida por un voltio en una resistencia de un ohmio, la cual equivale á 10^9 unidades electromagnéticas (C. G. S.)

La unidad de cantidad de electricidad que se denominó *culombio*, fué definida por la condición de ser la producida por una corriente de un amperio durante un segundo; y, por último, la unidad práctica de capacidad, llamada *faradio*, se definió como siendo la que por una carga de un culombio se origine una fuerza electromotriz de un voltio. Una Comisión internacional habría de determinar igualmente un patrón definitivo de unidad de intensidad de luz, y las disposiciones que deban observarse en la ejecución de las experiencias de comparación.

La Comisión Internacional se reunió en París el siguiente año, y en 1884, después de haberse realizado las experiencias y estudios necesarios, se votó por unanimidad que la longitud de la columna de mercurio que define el *ohmio* legal fuese 106 centímetros á la temperatura del hielo fundente y que la unidad de intensidad de luz blanca fuera la emitida en dirección normal por un centímetro cuadrado de platino fundido á la temperatura de solidificación.

Los diversos experimentadores no llegaron, sin embargo, á resultados exactamente iguales respecto á la longitud de la columna de mercurio que define el *ohmio*, obteniendo valores entre 105,7 centímetros y 106,3; y en vista de ello, la mayor parte de los miembros del Congreso no se decidió á proponer á los Gobiernos la adopción internacional de un patrón que, según la expresión de Lord Kelvin y de M. von Helmholtz, era imperfecto.

El Congreso Internacional de Electricidad de París, en 1889, apoyándose en los trabajos anteriores, definió la unidad práctica del trabajo, que llamó *joule* ó *julio*, y resulta á 10^7 unidades (C. G. S.) de trabajo.

La unidad práctica de potencia que denominó *watt* ó *vatio*, igual á 10^7 unidades (C. G. S.), y la unidad práctica de coeficiente de inducción, que llamó *cuadrante* y se ha conocido también en Europa con el nombre de *secohmio*, siendo igual á 10^9 centímetros.

Fijó, además, como unidad práctica de intensidad de luz, la bujía, que llamó *decimal*, y que hizo igual á la veintava parte del patrón absoluto de luz, denominado *violle*, definido por la Conferencia internacional de 1884.

En 1892, la Asociación británica propuso ciertas modificaciones en las unidades fundamentales; consideró que la acción de la columna de mercurio que había de representar el *ohmio*, se definiese, no como teniendo una sección de un milímetro cuadrado, sino como siendo la sección recta de un cilindro de 106,3

centímetros de longitud y 14,4521 gramos de masa á 0° c. Este cambio, debido á la iniciativa de M. von Helmholtz, ofrece dos ventajas: 1.ª Sustituir la medida de una sección irrealizable en la práctica por la precisa de un peso. 2.ª Eliminar el desacuerdo entre el valor del kilogramo y su definición métrica.

La Asociación británica estimó además que podían adoptarse los números 0,001118 gramos para el depósito de plata producido en una solución de nitrato por una corriente de un amperio en un segundo, y 1.434 voltios para la fuerza electromotriz de un elemento Latimer-Clark á la temperatura de 15° c.

En el Congreso de Electricidad de Chicago de 1893, se sancionó por acuerdo internacional en resolución de la Cámara de Delegados representando diversos Gobiernos, la definición de ohmio de acuerdo con la Asociación británica, denominándolo ohmio internacional; pero nada definitivo se acordó respecto á los patrones voltio y amperio, si bien se indicó que para las necesidades corrientes de la práctica, podían estar suficientemente representados por el elemento Latimer-Clark, preparado conforme á especificaciones que se señalaban, y por el depósito electrolítico antes indicado.

Se adoptó, además, como unidad práctica de inducción equivalente á 10⁹ unidades (C. G. S.), denominándola Henry la de un circuito en el cual la fuerza electromotriz inducida es igual á un voltio internacional cuando la corriente inductora varía á razón de un amperio por segundo.

En cuanto al patrón de intensidad de luz, si bien reconoció la Cámara de Delegados los grandes progresos realizados por las lámparas de Hefner-Aiken, no podía todavía recomendar la adopción de dicha lámpara, ni tampoco la de Vernon de Harcourt, expresando la opinión de que todas las Naciones debían ser invitadas para efectuar experiencias comunes con patrones prácticos y bien definidos, á fin de llegar á conseguir la realización de una unidad absoluta.

En este Congreso fueron adoptados provisionalmente los nombres de Gauss, Weber, Gilber y Oersted, para indicar las unidades (C. G. S.) de intensidad de campo magnético, flujo magnético, fuerza magnetomotriz y resistencia magnética.

En 1893 Francia tomó la iniciativa de proponer un acuerdo internacional más oficial y obligatorio respecto á unidades eléctricas, según la decisión del Congreso de Chicago; pero, realmente, no se ha llegado á este acuerdo, sin duda porque las conclusiones del Congreso de Chicago no fueron tan precisas como la índole del asunto requería. Resulta, en efecto, que las tres unidades eléctricas fundamentales en la práctica, voltio, amperio y ohmio, están en ciertas condiciones sencillas de experimentación, unidas por la fórmula = ohmio = voltio : amperio, bastando por lo tanto definir dos para deducir la tercera.

En el Congreso Internacional de Chicago, sólo una de las unidades (el ohmio) quedó definida materialmente con su patrón de mercurio, tan sencillo y fácil de construir y archivar como el metro y el gramo. Las otras dos unidades conservaron su definición teórica, subordinando el voltio al amperio. Se indicó solamente una manera suficiente en la práctica industrial para construir patrones de estas dos unidades, pero sin que estos patrones tuviesen el carácter de firmeza y sencillez del ohmio y sin que se señalaran reglas precisas para la electrolisis del nitrato de plata, ni para la construcción de la pila Latimer-Clark, ni, por tanto, se precisase el valor de los decimales que hemos indicado para estos patrones.

Tampoco se llegó á ello en el cuarto Congreso Internacional de Electricidad, celebrado en París en 1900, puesto que en él sólo fué propuesto la adopción de nombres especiales para las unidades (C. G. S.) de intensidad de campo magnético y de flujo magnético, indicando para la primera el nombre de Gauss y de Maxwell para la segunda; así fué aprobado, no obstante cierta oposición, fundada principalmente en que hasta entonces las unidades (C. G. S.) carecían de nombres, aplicándose los de eminentes físicos á las unidades prácticas, lo cual podría ser origen de confusión, resultando cierta ambigüedad, pues aun-

que la unidad (C. G. S.) de campo es de un empleo práctico, no pertenece al sistema así llamado.

Los Delegados del «American Institute of Electrical Engineers» retiraron una proposición que habían presentado al Congreso, relativa á una modificación, ó racionalización, como la llamaron, de las unidades eléctricas y magnéticas, porque la Comisión no consideró conveniente alterar en nada las decisiones los anteriores Congresos.

La Cámara de Delegados de los Gobiernos aprobó las denominaciones indicadas de las dos nuevas unidades, aunque sin carácter oficial, no considerando tuvieran la importancia de las medidas fundamentales, como el metro y el ohmio, ni estimando necesario pedir el concurso de una acción legislativa, como tampoco se hizo después del Congreso de 1889 con el julio y el vatio, por ser unas y otras unidades derivadas de una fundamental y consecuencia por lo tanto de la misma.

Algunas Naciones, especialmente los Estados Unidos, Inglaterra y Francia, han formulado reglas para la construcción y manejo de los patrones voltio y amperio; pero la industria necesita que estas reglas sean internacionales. Es, pues, necesario adoptar un patrón sencillo y bien definido para una de las dos mencionadas unidades voltio ó amperio, pues que fijado ya el ohmio, la otra se deducirá por la relación que hemos indicado.

El Congreso de Saint Louis, tenidos en cuenta todos estos antecedentes y después de amplias discusiones respecto á si debería cambiarse el patrón amperio por el voltio, por ser más sencillo de establecer, y á si para el segundo podía tomarse el elemento Weston, en vez del Latimer-Clarke, ya que para éste los valores deducidos variaban con los experimentadores, hasta el punto de que en Europa se había sancionado como medio oficial el 1.4328 y en América el 1.434, decidió no tomar un acuerdo inmediato respecto á estos detalles, aleccionado por el poco éxito que estos acuerdos de anteriores Congresos habían tenido en el terreno internacional. El Congreso decidió, por unanimidad, que para llegar en un plazo breve á un acuerdo internacional en asunto tan importante, era necesario que se nombrase una Comisión en la que tuvieran parte todas las Naciones, la cual preparase el asunto en forma tal que pudiera ser ya resuelto de plano en el primer Congreso internacional, y al efecto se acordó: que los delegados interesaran de sus respectivos Gobiernos, para que cada Nación nombrase dos miembros de una Comisión internacional para el estudio de la uniformación de las unidades eléctricas, Comisión que quedaría en relación para todos los trabajos con los Doctores S. W. Stratton (Bureau of Standards, Washington D. C.) y R. T. Glazebrook (National Physical Laboratory Bushy House, Richmond, Surrey, England).

Pliego de condiciones tipos para la construcción de máquinas y aparatos eléctricos.—La gran importancia industrial de este tema lo revelan los esfuerzos que en distintas ocasiones se han hecho por diversas Naciones para fijar las condiciones reglamentarias de las máquinas y aparatos. Estas condiciones ejercen gran influjo en los precios, en la seguridad del manejo en la explotación y tienen decisiva influencia en la gran competencia que existe entre las casas constructoras de los diversos países, por lo que es importantísimo llegar á un acuerdo internacional. Este acuerdo, sin embargo, es muy difícil de conseguir, y si de repente se estableciera, ocasionaría tanta perturbación á la industria como un cambio de unidades, pues que hoy día las fábricas de cada país tienen sus modelos ya experimentados y sus herramientas dispuestas del modo más conveniente para construirlos, y las instalaciones eléctricas industriales existentes necesitan para su desarrollo material análogo al que tienen. Todo esto se perturbaría enormemente al establecer un acuerdo internacional y una uniformidad como consecuencia en todo el material eléctrico.

Basta, sin embargo, pasar revista á los trabajos hasta ahora realizados, para convencerse de que este acuerdo es necesario,

para equidad en la competencia y para garantía y satisfacción de los industriales que al montar una pequeña instalación eléctrica no pueden disponer de Ingenieros especiales y competentes que les redacten pliegos de condiciones para recepción del material.

En Enero de 1898, el American Institute of Electrical Engineers aprobó una reglamentación para ensayos eléctricos estudiada por los profesores Crocker, Thomson, Hutchinson, Kennelly, Lieb, Steinmetz y Stillwell. Esta reglamentación comprendía diez capítulos.

- 1.º Clasificación de aparatos.
- 2.º Definición y determinación de rendimientos.
- 3.º Elevación de temperatura.
- 4.º Aislamientos.
- 5.º Regulación.
- 6.º Desplazamiento angular periódico y coeficiente de regularización.
- 7.º Potencia nominal de las máquinas.
- 8.º Clasificación de tensiones y frecuencias.
- 9.º Valor de las sobrecargas.
10. Apéndices relativos a decalajes, rendimientos aparentes, factores de potencia, notaciones algebraicas y distancias explosivas.

Este reglamento ha sido objeto de bastantes críticas de electricistas eminentes. Así, Blondel opina que la clasificación de máquinas y su división en:

- Máquinas con colector.
- Máquinas isócronas.
- Máquinas isócronas con colectores.
- Máquinas de corriente rectificada.
- Aparatos fijos de inducción; y

Aparatos móviles de inducción, no es aceptable, puesto que quedan máquinas como las unipolares, los motores alternos con inductores foliados, etc., fuera de estas clases, y que sería más racional la división de las máquinas en cuatro grupos, á saber:

- Máquinas de corriente continua.
- Dinamos de corriente rectificada.
- Máquinas de corriente alterna; y
- Máquinas polimórficas.

La definición y manera de medir los rendimientos se presta también á varias observaciones, pues que se desprecian algunas de las pérdidas «debidas á la carga», como el aumento de fricción en los cojinetes, de tensión en las correas, de presión en los engranajes, etc., etc.

En los alternadores se define sólo el rendimiento para cargas no inductivas, definición deficiente, puesto que en la práctica industrial rara vez es uno el factor de potencia.

En lo relativo á elevación de temperatura, tampoco las indicaciones que se dan son enteramente exactas y se prescindió al fijar la temperatura límite de elemento tan importante como es la naturaleza del aislante. Para los ensayos de rotura de dieléctrico en los transformadores, sólo prescribe el reglamento una tensión doble de la de régimen, mientras que algunos especialistas, como M. Yackson, preconizan ensayos á diez veces la tensión de trabajo.

La potencia normal se define también para cargas no inductivas, y, por lo tanto, no de un modo industrial. Basta con las indicaciones hechas, para comprender que este reglamento americano, si bien revela un importantísimo trabajo, digno del aprecio general, no puede servir para un acuerdo internacional, por los defectos y lagunas que Ingenieros eminentes encuentran en él.

Alentados, sin embargo, por este Reglamento, los electricistas de las diversas Naciones han tratado de formar instrucciones para encauzar las condiciones impuestas al material en los pliegos correspondientes y la diversidad de procedimientos empleados en los ensayos de recepción. Resultado de estos estudios, y á pesar de la obstrucción de muchos constructores, la Sociedad de Ingenieros alemanes redactó en 1901 un Regla-

mento que ha sido generalmente respetado y aceptado en Alemania.

Este Reglamento difiere bastante del americano. No se clasifican en él las máquinas, sino únicamente se define lo que debe entenderse por dinamo, generatriz, motor, convertidor, conmutatriz, transformador, etc.

Las reglas para medir los rendimientos se fijan con algunas más detalle y precisión que en el Reglamento americano, pero siempre se parte de los circuitos no inductivos, lo que si bien simplifica los métodos de medida, no da satisfacción completa á la industria.

Para la elevación de temperatura admisible, se tiene en cuenta el servicio que han de prestar las máquinas, dividiéndolo en tres grupos: *intermitente*, *momentáneo* y *continuo*; y se fija el límite de temperatura á la hora de funcionamiento para el servicio intermitente, á las diez horas para el continuo y á la duración especificada en la placa de régimen para el momentáneo. Los límites de temperatura se hacen también función de la naturaleza de los aislantes, llegando á admitirse hasta 80° c. sobre 35 ambientes para la mica, y 10° más si el arrollamiento es fijo. Estas temperaturas, á que han sido llevados los alemanes por necesidades de competencia, son realmente inadmisibles en la práctica industrial y hacen imposible la adopción de este Reglamento.

En los ensayos de rotura de dieléctricos, se disminuyen los coeficientes del Reglamento americano, aceptando el 1,5 para tensiones superiores á 10.000 voltios.

En la regulación el Reglamento es más deficiente y menos exigente que el americano; no se especifica lo relativo á coeficiente de regularización.

Para precisar más la potencia normal de las máquinas, se dividen éstas en los tres grupos ya indicados, según el servicio sea continuo, intermitente ó momentáneo, y se tiene en cuenta el factor de potencia del circuito sobre que han de trabajar habitualmente.

No se hace clasificación especial de tensiones y frecuencias como en el Reglamento americano. Para sobrecargas admisibles son análogos ambos Reglamentos.

En Inglaterra fué nombrada en 1901, por la Asociación de Ingenieros civiles, una Comisión con objeto de proceder á la reglamentación y uniformación de toda clase de máquinas y aparatos empleados por la Ingeniería que así lo reclamasen en ventaja de los fabricantes y adquirentes.

La Sección que se ocupó de la parte eléctrica nombró varias Subcomisiones, debiendo estudiar:

La 1.ª—Cables y canalizaciones.

La 2.ª—Telégrafos y teléfonos.

La 3.ª—Generadores eléctricos, incluyendo las máquinas para su funcionamiento.

La 4.ª—Material empleado en la construcción de tranvías.

La 5.ª—Determinación de varias constantes físicas, especialmente las relativas á temperaturas y métodos para deducirlas.

Estas Subcomisiones trabajan hace dos años, habiendo terminado su cometido y presentado el resultado de sus estudios la primera, que se ha ocupado de cables y canalizaciones, y parcialmente la cuarta.

La tercera, que ha examinado el asunto más complejo, ó sea la maquinaria dinamo-eléctrica, ha presentado una Memoria incompleta; no tratando aún varios puntos de los más importantes, que se refieren á transformadores, condiciones para las pruebas y variaciones admisibles de los modelos adoptados.

Se han propuesto diversas tensiones, tanto para los generadores como para la construcción de transformadores, y se han estudiado las frecuencias que debían fijarse, admitiendo como tipo la de 50 periodos, y reservando la de 25 sólo para los casos en que esta baja frecuencia sea conveniente.

En cuanto á la determinación de las constantes referentes á la temperatura, se han realizado numerosas experiencias á fin

de determinar los siguientes puntos: 1.º Máxima temperatura á que los aislantes usados en la fabricación de aparatos eléctricos pueden ser expuestos por largo tiempo sin que sufran deterioro eléctrico ó mecánico. 2.º Relación entre la temperatura media de un carrete, deducida por la medida del aumento de su resistencia eléctrica, y la temperatura máxima en la parte más caldeada del mismo devanado, obtenida por la aplicación en cada punto de piezas térmicas. 3.º Elevación admisible de temperatura y mejores y más exactos métodos para realizar estas medidas, deducidos de las experiencias verificadas.

Aunque incompletos los trabajos, han demostrado, sin embargo, que pueden admitirse sin inconveniente temperaturas más elevadas que las fijadas hasta ahora en América, Alemania é Inglaterra, pues algunos aislantes y algunas otras partes de máquinas eléctricas, han sido sometidas durante periodos hasta de nueve meses, á una constante temperatura de 150° sin sufrir desperfecto, lo cual viene á corresponder á unos 125°, medidos por el aumento de resistencia eléctrica.

En cuanto á lo que debe entenderse por funcionamiento continuo é intermitente de una máquina eléctrica, se ha admitido seis horas en plena carga para las primeras, y una para las segundas, como tiempo de prueba.

Se han propuesto, por último, los diversos modelos á que los generadores y motores deben ajustarse según su distinta potencia hasta un cierto límite, que viene á ser el de 1.000 kilovatios.

El estudio referente á transformadores se proseguirá tan pronto como se hayan ultimado las experiencias relativas á temperaturas.

El trabajo, sin embargo, no se halla todavía completamente terminado, pudiendo, por consiguiente, sufrir modificaciones y cambios que nuevas experiencias é informaciones aconsejen.

En 1902, la misma Sociedad de electricistas alemanes, en su décima reunión de Düsseldorf, propuso ya modificaciones al Reglamento antes mencionado, y desde entonces puede decirse que en casi todas las reuniones de electricistas se han manifestado opiniones distintas respecto á la reglamentación de las máquinas y aparatos eléctricos. Estas diferencias se acentuaron más en la Cámara de Delegados del Congreso de Saint Louis, y teniendo en cuenta que lo que allí por mayoría se decidiera no tendría bastante fuerza moral para imponerse á los Gobiernos y á los constructores de todos los países, se acordó por unanimidad:

Que se procurara asegurar la cooperación de las Sociedades técnicas, las cuales deberían nombrar una Comisión para estudiar las cuestiones de reglamentación de las máquinas y aparatos eléctricos, puesta en relación con los Delegados de cada Nación, quienes comunicarían el resultado de los estudios al Col. R. E. B. Crompton, Thriplands, Kensington Court, London, y al Presidente del American Institute of Electrical Engineers, New York City.

Con lo que hemos expuesto queda terminada la parte oficial de nuestro trabajo, como representantes de España. Se han discutido, sin embargo, en las ocho Secciones del Congreso, Memorias tan interesantes, que daremos ligera noticia de ellas con la premura que nos impone la conveniencia y necesidad de no retrasar la presentación de este escrito; por más que para dar suficiente y completa idea de trabajos tan importantes sería preciso esperar la publicación de todos ellos por la Secretaría del Congreso, puesto que de muchos no se imprimieron copias anticipadas para conocimiento de los miembros en las discusiones, gran número no pudieron ser discutidos y de otros se dió cuenta tan rápida y somera por la falta de tiempo, que no es posible tener de ellos una ligera idea.

SECCIONES DEL CONGRESO

Sección A.

TEORÍA GENERAL

Abierta la sesión, se leyó una Memoria del Dr. H. J. Barnes, relativa al «equivalente mecánico del calor medido eléctrica-

mente», en la cual se deduce que la diferencia de valores obtenidos por los diversos métodos, depende principalmente de la poca firmeza del elemento Clark, y que puede, como término medio, aceptarse el valor 4.186 joules.

«Espectros de gases á altas temperaturas», es el título de la nota leída por el profesor John Trowbridge, y en ella se hace mención de varios fenómenos observados al descargar un condensador de alto potencial á través de tubos Geissler; el autor deduce que puede aplicarse á estos tubos las leyes de radiación Kirchhoff.

El Dr. Kennelly trató de los «cables telegráficos submarinos», usando las funciones hiperbólicas y deduciendo que la inductancia del receptor conviene sea igual á la condensatividad de la línea, y que ambos valores deben aproximarse al de la resistencia óhmica del circuito.

El profesor Townsend expuso una teoría sobre «ionización por colisión», para explicar algunos fenómenos observados al paso por los gases de corrientes de gran intensidad, admitiendo que las moléculas de los gases pueden ser ionizadas por choque con los iones que han adquirido ya velocidad por la acción de tensiones de 10 á 20 voltios.

«Sistema de unidades eléctricas». En esta Memoria, el profesor M. Ascoli propone la adopción del sistema estudiado por el profesor Giorgi, de Roma, que presenta la ventaja de eliminar el término de 4π , tomando este número para permeabilidad del éter.

El célebre profesor Carhart trató de la fuerza electromotriz del elemento Clark; describiendo el electrodinómetro usado para la medida; el valor á 15° c. está más próximo de 1.433 que de 1.434.

El Dr. Wolff indicó las diferencias que existen entre las unidades eléctricas en las diversas naciones, principalmente entre Europa y América, abogando por la unificación. En la discusión que siguió á las indicaciones de Wolff, los electricistas americanos se inclinaron al patrón tipo de fuerza electromotriz por la facilidad con que puede ser preparado y manejado, mientras que los europeos sostuvieron el patrón amperio, no creyendo justificado un cambio por sus pequeñas ventajas y el trastorno de los laboratorios. Esta última fué la opinión predominante en el Congreso, que juzgó no era aún tiempo de cambiar de unidades.

El profesor Child presentó un estudio sobre «el arco eléctrico», atribuyendo la luz al choque de iones, y oponiéndose á la teoría, generalmente admitida, del transporte de partículas incandescentes.

«La absoluta medida de la inductancia», fué estudiada á continuación por el Dr. Rosa y Mr. Grover, deduciendo que, por los métodos de igualar una resistencia óhmica á una autoinducción, en lo que á caída de tensión se refiere, podía deducirse un valor aproximado en $\frac{1}{10000}$.

El profesor Rutherford leyó una Memoria titulada «Teoría corpuscular», en la que describió los experimentos realizados para determinar si existe la misma relación entre la masa y el peso en el Radio que en los demás cuerpos. Este estudio es importante, pues es sabido que á una diferencia en esta relación se han atribuido por muchos las singularidades del Radio. El autor concluye que no existe esta diferencia.

Algunas Memorias, leídas después, las juzgamos de menos importancia industrial.

Sección B.

APLICACIONES EN GENERAL

«Histeresis y corrientes Foucault en el hierro». Fué tratado este asunto por el profesor Mordey, quien sentó experimentalmente que aun con palastros muy delgados y de la mejor clase, las pérdidas Foucault no resultan despreciables, como generalmente se supone, sino que son las más importantes en el hierro. Aquellas pérdidas no son proporcionales al cuadrado del espe-

sor de los palastros ni al cuadrado de la frecuencia, sino que varían como el espesor y como la potencia 1,6 de la frecuencia. Indicó también que el vatímetro es el instrumento más indicado y adecuado para determinar las pérdidas en el hierro.

El Doctor C. H. Sharp leyó una Memoria muy interesante, relativa al «equipo de un laboratorio industrial». Describió los sistemas más convenientes de disposición de circuitos y las fuentes de energía más adecuadas. Analizó los patrones tipos de fuerza electromotriz, resistencia, intensidad luminosa y los instrumentos para medir corrientes, potencias, etc. El autor encuentra aceptables, como patrones de fuerza electromotriz, ambos elementos, el Weston y el Clark, y recomienda como los mejores los voltímetros Weston. Para medir corrientes, la balanza de Kelvin es lo preferible. El tipo de vatímetro Duddell-Mather da excelentes resultados en las medidas de potencia. Como patrones de intensidad de luz, recomienda las lámparas Heffner y Harcourt.

Si se han de medir altos potenciales, son necesarios un transformador con aceite, de gran capacidad, y un voltímetro electrostático Kelvin.

Para el estudio de los valores instantáneos de las corrientes periódicas, recomienda los oscilógrafos, y para las medidas fotométricas el fotómetro Matthews.

«Pruebas de alternadores». El profesor Behrend indicó un método especial para probar alternadores á plena carga sin necesidad de gastar la potencia necesaria para esta carga; para ello divide el campo inductor en dos secciones, uniéndolas de modo que las fuerzas electromotrices inducidas en cada mitad sean opuestas. Mostró curvas que prueban la analogía entre los resultados obtenidos por este método y por el corriente.

M. Eastman leyó un trabajo sobre «la protección y manejo de las instalaciones de alta tensión». Después de algunas consideraciones para demostrar que los sistemas de protección más convenientes dependen de las circunstancias especiales de cada instalación, estudió los efectos de poner á tierra un punto de la red, deduciendo que dependen de la capacidad y autoinducción de las líneas. Aconsejó como el método más adecuado para prevenir los disturbios electrostáticos por elevaciones anormales de tensión, la puesta franca á tierra del punto neutro en los sistemas de alta tensión. Ponderó mucho la eficacia de los aparatos de protección y de los indicadores de tierra.

C. P. Steinmetz presentó un estudio muy completo sobre los motores de corriente alterna. Con grandes desarrollos matemáticos, caracterizó los tipos de motores isócronos de inducción y de conmutación. Estos últimos los considera como formados por dos campos inductores en cuadratura y dos elementos inducidos también en cuadratura, y deduce las ecuaciones generales de la fuerza electromotriz inducida en cada circuito. Deduce analíticamente, que los motores de repulsión poseen el mayor par de arranque y el más rápido decrecimiento en la potencia cuando la velocidad aumenta. Los motores monofásicos *serie* tienen el menor par de arranque y el mayor á gran velocidad.

Se discutió á continuación la Memoria de Crompton sobre «Reglamentación de las máquinas dinamo-eléctricas». Indica en ella, que hace tres años se nombró en Inglaterra un Comité de Ingenieros que redactó el reglamento que somete á la discusión del Congreso. Los europeos sostuvieron la conveniencia de establecer como tipos, dos únicas frecuencias, la de 50 ciclos para alumbrado y la de 25 para fuerza, especialmente para las conmutatrices. América, representada en esta discusión por el profesor Steinmetz, indicó las grandes dificultades que para llegar á un acuerdo en asunto tan importante se presentaban, por tener que comprender á los Ingenieros, á los compradores y á los constructores. Los 50 ciclos han sido ensayados en América los años 1892 y 1893, y la práctica ha inclinado á los 60 ciclos, que son hoy aceptados casi sin discusión.

Varios estudios sobre Cálculo y pruebas de alternadores, Reacciones de inducido, Regulación de máquinas, Cálculo de los motores de inducción, etc., fueron leídos á continuación.

Sección C.

ELECTROQUÍMICA

Sólo indicaremos en esta Sección, por ser una de las menos relacionadas con nuestros conocimientos, que se leyeron y discutieron notables trabajos:

«Relación de la hipótesis de los átomos comprensibles con la electroquímica», por el profesor Theodore W. Richards.

«Extracción eléctrica del nitrógeno del aire», por Mr. J. Sigfrid Edstrom.

«La pila de carbón», por el profesor F. Haber's.

«La serie electroquímica de los metales», por el Doctor Louis Kahleberg, de la Universidad.

«Estado actual de las baterías Edison», por M. S. E. Whitney.

«Conducción eléctrica», por el Doctor J. W. Richards.

«El rectificador de aluminio», por el profesor W. D. Bancroft.

«Algunos puntos de vista relativos á las aplicaciones de la electroquímica», por W. Mc. A. Johnson.

«El empleo del carbón para el estudio de la temperatura en los hornos eléctricos», por Mr. F. A. J. Fitz Gerald.

Se ocupó la Sección de un estudio del profesor Bancroft, sobre «la separación electrolítica del cobalto y el níquel», de Wisconsin.

«El voltámetro de plomo», por el Doctor Kevn.

«La clorina en metalúrgica», por Mr. James Swinburne.

«El voltámetro de plata», por el Doctor K. E. Guthe.

Un muy interesante estudio de los materiales usados en las pilas patrones y del modo de prepararlas, por los profesores Henrt y Carhar y Geo. A. Hulett.

«El uso del horno eléctrico en la metalúrgica del hierro y el acero», por el Doctor Paul L. T. Heroult.

Sección D.

TRANSPORTE DE LA POTENCIA ELÉCTRICA

El profesor Bignami leyó un estudio estadístico sobre las instalaciones de transporte de energía en Suiza. De él se deduce el gran número y la variedad en las instalaciones, que no ofrecen la uniformidad de disposición general que se observa en otros países, especialmente en América. La frecuencia, habitual es, como en casi toda Europa, 50, y existe un buen número de transportes en serie sistema Thury. El factor de carga 0,50 es muy frecuente, mientras que en América desciende á 0,30 habitualmente. Las tensiones son algo menores que en América, en donde alcanzan hasta 850 voltios por milla.

Mr. Peck leyó una Memoria relativa á los «transformadores de alta tensión en los transportes á gran distancia». Hizo observar la importancia del elemento transformador y los perfeccionamientos que ha tenido su construcción. En 1893, un transformador de 10.000 voltios era obra muy arriesgada, mientras que hoy se contruyen los de 60.000 voltios con entera seguridad.

Divide los transformadores en tres grupos: 1.º De corriente de aire. 2.º Aislados con aceite y refrescados por aire. Y 3.º Aislados con aceite y refrescados con agua.

Otra clase existe, aunque menos usada: los transformadores enfriados por el aceite aislante que circula por un serpentín exterior.

No considera de importancia los incendios en los transformadores aislados con aceite, porque éste es tal, que sólo sería combustible á muy alta temperatura. Las cajas de los transformadores se construyen, además, bastante fuertes para evitar todo peligro de incendio. Respecto de este punto se entabló discusión en el Congreso. Mr. Blackwell y Mr. Walters no estuvieron conformes respecto á la seguridad de los transformadores con aceite, en lo que á incendios se refiere. El profesor Harold y mis-

ter Baum leyeron curiosos documentos relacionados con los transportes de alta tensión. Manifestaron su creencia de que las altas tensiones para líneas de más de 50 millas eran más seguras y preferibles que las tensiones medias, pues que por experiencia las habían encontrado más sujetas á perturbaciones. Explican la mayor seguridad porque las descargas atmosféricas son menos perjudiciales, y porque también para una misma potencia transmitida, la elevación de tensión al cortar la corriente (qué puede ser 200 veces ésta) es de mucha menos importancia. Se describieron con detalle las instalaciones de California á 60.000 voltios, y Mr. Baum aseguró que podría llegarse sin inconveniente alguno y con toda seguridad á 100.000 voltios.

El Dr. Periné expuso la «práctica americana en instalaciones de alta tensión». Esta exposición no es difícil por la extraordinaria uniformidad que se observa en las instalaciones, que parecen estar hechas á formulario.

Se considera como límite industrial 60.000 voltios, y suele tomarse hasta 60 millas 1.000 voltios por milla. Cuando ha de pasarse una tensión de 12.000 voltios, según unos, y de 6.000, según otros, los generadores son á 2.300 voltios. Tantas veces se ha empleado esta tensión, que los interruptores de aceite resultan mejores y más baratos para ella que para 500 voltios.

Para tensiones de 25.000 voltios se ponen los transformadores en triángulo, y para tensiones mayores en estrella. Como conductores se emplean indistintamente el cobre y el aluminio.

H. W. Buck leyó una Memoria sobre «los conductores de aluminio». Consideró este metal un muy conveniente conductor descubierto, no prestándose, sin embargo, á ser protegido por capa aisladora por su mayor sección respecto del cobre para igual resistencia.

El aluminio ha hecho ya su experiencia industrial; se construyen ya los alambres con la uniformidad necesaria para evitar las roturas que en un principio estuvieron á punto de desacreditarlo.

Su duración es aceptable, siempre que no se halle expuesto á la niebla del mar ó á humos que químicamente lo ataquen. Aunque no puede soldarse, se hacen perfectamente las juntas con manguitos. Indicó la manera, ya conocida, de calcular las flechas de los tramos, citando algunas líneas construidas con aluminio en vanos hasta de 1.800 pies, que han dado excelente resultado.

Á continuación, M. H. Gerry, Kelly, Bunquer y otros, trataron varios puntos importantes relacionados con las líneas de alta tensión. Se aconseja poner las líneas telefónicas en postes independientes de los de alta tensión, por los muchos accidentes que el hacer lo contrario ha originado y porque el teléfono es precisamente indispensable cuando ocurren averías en las líneas de transporte. Todos los postes deben ser preservados de la pudrición en la parte enterrada y reconocidos todos los años en una profundidad de 18 pies. En la práctica americana se encuentran preferibles los soportes de madera para los aisladores de muy alta tensión, á los de hierro, usados generalmente en Europa. Estos soportes de madera presentan un suplemento de aislamiento, sobre todo en tiempo seco; pero no son tan fuertes y tan duraderos como los de hierro; obligan á un aislador de cuello más grueso, y á veces se cargan de electricidad por fuga en los aisladores, siendo necesario ponerlos metálicamente en circuito corto.

Cada día van siendo más enormes los aisladores, y en estos tamaños ya no es posible tener seguridad en la homogeneidad de la porcelana, inconveniente muy grande para las altas tensiones.

Sección E.

ALUMBRADO ELÉCTRICO

Etienne de Fodor leyó una Memoria relativa á «Precios de energía eléctrica». Pasa revista á las causas que han determinado los actuales precios de venta, considerando la principal la competencia con el gas. De un cuadro comparativo entre cin-

cuenta ciudades, deduce que el precio para *fuera* es próximamente $\frac{1}{2}$, del que rige para alumbrado. Entiende que esta diferencia no es racional ni conveniente para las Compañías, cuando éstas, como generalmente sucede, no limitan las horas de empleo de la *fuera*, pues que se da el caso de que á las horas de mayor carga de alumbrado los motores por un precio muy reducido limitan la capacidad de la fábrica. Propone como más justo y conveniente establecer dos precios, correspondientes á dos períodos del día; y aplicarlos indistintamente para luz y *fuera*. Los congresistas no se manifestaron conformes con esta manera de ver el problema, pues que con ella Mr. Fodor desprecia un elemento importantísimo, cual es el factor de *aprovechamiento*, que tiene capital importancia en la explotación de una central, ya que los gastos de producción son siempre inferiores á los generales, hasta tal punto que Mr. Hammond presentó un estudio, según el cual las centrales que venden á más bajo precio en Inglaterra son las que realizan mayor negocio industrial. Es, pues, necesario tener en cuenta, no sólo las horas del día en que ha de funcionar cada aprovechamiento, sino el número de horas durante el cual funciona, lo que complica extraordinariamente el problema, que ha de estudiarse según las circunstancias de cada instalación, sin que sea posible sentar la regla general de Mr. Fodor.

El Signor Jona, Ingeniero Jefe de la conocida casa Pirelli, de Milán, presentó un trabajo relativo á «los materiales aislantes en los cables para alta tensión». De él se deduce, que cada materia aislante tiene un límite específico de resistencia á la perforación por tensión, y no es buen sistema aumentar el espesor del aislante para pasar este límite. La tensión del material es máxima cerca del conductor, es decir, en la capa interna, y por ello aumentando capas de aislante no se reduce proporcionalmente la tensión en la interna. Un desproporcionado aumento en el espesor del aislante es necesario para exceder la tensión específica indicada.

Estudiada la distribución de las tensiones en el dieléctrico de un cable, se ve que la disposición racional es disponer el aislante en capas de distintos materiales de tal modo combinados, que la resistencia específica de cada capa esté en armonía con la tensión que ha de recibir, es decir, que vaya disminuyendo del interior al exterior.

Herr Carl Roderbourg leyó una Memoria relativa al «alumbrado eléctrico de los trenes». Una de las dificultades de este alumbrado es la constancia en la tensión. Puede obtenerse un buen alumbrado á tensión variable, intercalando un pequeño alambre de hierro, en serie con cada lámpara incandescente; así, si la corriente tiende á aumentar por aumento de la tensión, aumenta con la temperatura considerablemente la resistencia eléctrica del alambre, compensando de tal manera el aumento de tensión que para variaciones de ésta de 56 á 86 voltios, sólo varía la corriente de 8 á 8,7 amperios. La indicada variación de tensión no es posible, si se cuenta, como es necesario, con la ayuda de una batería de acumuladores.

Como generadores más usuales y convenientes, indica el autor: una turbo-dinamo formada por una turbina Laval, montada en la locomotora, y una dinamo de 20 caballos á 2.000 revoluciones por minuto, ó dinamos montadas en el eje de los coches. En este último caso, y con objeto de que en las paradas no vaya á la dinamo la corriente de las baterías, puede intercalarse un rectificador electrolítico de aluminio.

Algunos congresistas opinaron que todo es excesivamente complicado, y que lo más sencillo y práctico es llevar acumuladores en cada coche, cambiándolos oportunamente en las estaciones.

(Se continuará.)