

REVISTA DE TELÉGRAFOS.

ADVERTENCIA.

Suspendemos temporalmente la publicacion de las circulares con el objeto de dar cabida á algunas Reales órdenes, cuyo conocimiento creemos puede ser útil á nuestros lectores.

RELEVADORES Y PILAS LOCALES.

Los episodios de la guerra de Africa destruyeron de algunos objetos de uso comun un dibujo que representaba los adelantos del siglo, y donde figuraba, por consiguiente, la telegrafia eléctrica, bajo una alegoría la mas propia y mas ingeniosa que se pudiera imaginar. En la costa de sus paises respectivos aparecian un europeo y un indio, absortos al parecer en una interesante y animada conversacion que sostenian al través de dos inmensos tubos de gutta-percha volcanizada, que partiendo de los labios de cada personaje terminaban respectivamente en la oreja de su interlocutor. Era que, segun la gráfica expresion de un literato, la Europa y la América se hablaban al oido. Ignoramos si la alegoría del dibujante ha llegado á ser un hecho consu-

mado y si la profecía del literato ha tenido cumplimiento; pero si estamos convencidos de que seria muy difícil representar el objeto y aspiraciones de la telegrafia con mas gracia y propiedad. Escribo lejos, quiere decir la palabra telégrafo, y si á una persona que se halla en Europa le fuese dado escribir una carta en América, como pudiera hacerlo en su bufete, es indudable que la telegrafia eléctrica habria llenado su deber. Desgraciadamente el cable trasatlántico roto en mil pedazos por el formidable tridente de Neptuno, se vió pronto reducido á servir de columpio á los silenciosos habitantes de los mares, y la telegrafia submarina, tan duramente escarmentada, ya no quiere aventurarse en regiones desconocidas donde el hombre no puede penetrar. En cambio la telegrafia aérea, extendiendo cada vez mas sus ya prolongados hilos, amenaza cubrir la tierra con una

tupida red de hierro que lleve á todas partes el pensamiento y la palabra en alas de la electricidad.

Así, pues, la importancia de la telegrafía no puede menos de ser reconocida por todos, y por lo tanto creemos inútil ocuparnos en demostrarla y únicamente nos proponemos dar á conocer algunos de los medios de que se ha valido para llegar al estado en que se encuentra y que adquirió rápidamente, pudiéndose decir con verdad que esta ciencia no ha tenido infancia; nació de la física como Minerva de la cabeza de Júpiter, armada de punta en blanco.

Una de las causas que mas han entorpecido y contrariado la trasmision telegráfica ha sido la disminucion de intensidad que sufren las corrientes, tanto por la resistencia de los largos conductores, como por las pérdidas de fluido eléctrico originadas por las derivaciones en los dias de humedad. Así lo comprendió Wheatstone desde los primeros ensayos de la telegrafía al ver que su telégrafo auditivo no funcionaba ó funcionaba mal cuando las corrientes se habian debilitado por la distancia recorrida ó por el estado de la atmósfera, ocurriéndosele entonces, en 1837, la feliz idea de emplear la corriente de la línea en cerrar el circuito de una pila colocada al lado del aparato y cuya corriente desarrollase en los electro-ímanes la fuerza magnética necesaria para poner en movimiento el receptor. El problema era en aquella época difícil de resolver, porque las leyes de Ohm no se conocian y no era posible construir esos electro-ímanes tan sensibles que tan buenos resultados producen en los aparatos modernos; pero el genio de Wheatstone fué superior á todo, y bien pronto consiguió su objeto por medio de dos aparatos que han recibido el nombre de relevadores.

El primero, llamado relevador termométrico, estaba compuesto de un tubo encorvado que contenia mercurio hasta cierta altura en las dos ramas, abierta la una en su extremidad y terminada la otra por lo que en química se

llama un tubo de seguridad. En esta segunda rama descansaba sobre el mercurio una columna de agua, quedando entre este líquido y el tubo de seguridad un espacio lleno de aire á la presión exterior. Los dos alambres de la línea venian á terminar uno en frente de otro en la columna de agua, de manera que al pasar la corriente el agua se descomponia y la fuerza elástica de los gases desprendidos, obrando en el primer momento sobre la columna líquida que estaba debajo, hacia subir el mercurio en la otra rama hasta tocar una punta metálica que formaba un polo de la pila local, mientras que el otro se hallaba siempre en contacto con el mercurio. En seguida reobrando la columna líquida sobre los gases los obligaba á salir por el tubo de seguridad, y bajando el mercurio en la otra rama, el circuito de la pila local quedaba interrumpido hasta que otra nueva corriente de la línea venia á establecerle. Desde luego se conoce que este aparato no podia funcionar con regularidad, y solo por lo que tiene de ingenioso hemos tratado de describirle.

El otro relevador era sencillamente un galvanómetro vertical de los que Wheatstone empleaba en su telégrafo de cinco agujas. En el plano de la aguja imantada y normalmente al eje de rotacion colocó Wheatstone un ligero apéndice horizontal terminado en una horquilla de platino cuyas extremidades se introducian separadamente en dos cápsulas de mercurio siempre que la corriente de la línea separaba la aguja de su posición de equilibrio, cerrando de esta manera el circuito de la pila local, puesto que dichas cápsulas estaban en comunicacion con los polos de la misma. Este sencillo aparato resolvió cumplidamente el problema que su inventor se habia propuesto, y funcionó bastante tiempo; pero su mérito principal consiste en haber empleado la aguja como relevador del único modo que podia dar buenos resultados atendiendo á que el contacto con los topes es en general débil ó inseguro siendo rechazada por ellos en el primer mo-

mento del choque, lo que origina la falta de los puntos á causa de que la imantacion no dura lo suficiente para que la palanca recorra el arco necesario para imprimirlos en la cinta. Por otra parte el apeamiento á los topes, tan difícil de evitar funcionando la aguja solamente con corrientes positivas, produciria con frecuencia largas rayas en vez de los puntos y trazos que constituyen el sistema Morse. Así, pues, la aguja indicadora no puede servir en el día mas que para el objeto á que está destinada, y bajo este concepto seria difícil encontrar un aparato que la sustituyese con ventaja, tanto en las estaciones del Gobierno como en las que pertenecen á los ferro-carriles, donde prestan muy buenos servicios señalando la marcha y direccion de los trenes. No obstante la gran sensibilidad del relevador que acabo de describir, los relevadores electro-magnéticos debian sustituirle pronto reduciéndole á un mero aunque precioso dato para la historia de la ciencia. Los trabajos de Ohm publicados en 1827 y despreciados, así como su autor, por espacio de diez años, fueron premiados en 1841 por la Sociedad Real de Londres con la medalla copley, y desde entonces Ohm fué reconocido como uno de los primeros físicos de Alemania; sus famosas leyes sobre el circuito voltáico comprobadas por los físicos mas autorizados de Europa tuvieron entrada y vinieron á formar parte de todos los tratados de física, penetraron en el gabinete de los sábios, descendieron al taller del artista, y los aparatos electro-dinámicos adquirieron una perfeccion de que antes carecian. La sencilla fórmula
$$y = \frac{E}{R}$$
 que reasume dichas leyes permitió resolver todos los problemas de la propagacion de las corrientes, calcular con seguridad la magnitud y número de los elementos de que en cada caso debe constar una batería galvánica, determinar la forma mas conveniente de los electro-imanés, la longitud y diámetro de los hilos que los rodean, y en una palabra, convirtió la telegrafía eléctrica en una

ciencia de aplicacion que exige para su inteligencia un conocimiento bastante profundo de aquellas en que se funda.

Al llegar á este punto no podemos menos de ocuparnos aunque sea ligeramente de una cuestion muy debatida, si bien en realidad carece de importancia, y que proviene como todas de mirar las cosas bajo diferente aspecto y de no fijar el sentido de las palabras. Que la aguja indicadora es mas sensible que el relevador que llamaremos Morse aunque este no haya sido reconocido oficialmente como su inventor, es una cosa que nadie puede negar; baste decir que las mas débiles corrientes atmosféricas ordinarias y las que provienen de las planchas de tierra la tienen constantemente separada de su posicion vertical; pero tampoco es menos cierto que cuando una corriente carece de la fuerza necesaria para mover con regularidad un relevador que se halla en buenas condiciones tampoco produce señales legibles en la aguja. Ya que nos hemos ocupado de este asunto no creemos fuera de propósito el decir algunas palabras acerca de las ventajas é inconvenientes respectivos de los sistemas Wheatstone y Morse. Si á un marino le preguntasen si los vapores de ruedas son preferibles á los de hélice diria naturalmente que para andar, sobre todo en un mar tranquilo, son mejores los primeros y para las maniobras y la guerra los segundos. Pues bien, el sistema Wheatstone es mas veloz que el Morse de una palanca, es mas fuerte y por lo tanto no se desarregla con tanta facilidad ni exige para conservarlo en buenas condiciones tanta inteligencia ni tantos cuidados como el otro; pero tiene el grave inconveniente de no dar señales fijas, su manipulacion y lectura son difíciles de aprender con perfeccion, causa la vista del que recibe y exige de parte de éste una gran atencion, es preciso conservar en la memoria el despacho segun se va recibiendo para poder adivinar las palabras que siguen, y por último no permite el empleo de los traslatores. El sistema Morse por su parte llena

cumplidamente las necesidades del servicio en los países en que se hace mas uso del telégrafo; su manipulacion y lectura se aprenden pronto; dejá marcados los despachos en una tira de papel, lo que permite leerlos y confrontarlos siempre que sea preciso, y si acaso fuese menos sensible esta circunstancia le hace mas recomendable, porque los débiles contactos formados por las derivaciones no influirán tanto en la trasmision. Por estas y otras razones de la mayor importancia ha sido adoptado por todas las naciones de Europa excepto por Inglaterra, donde nació y ha echado profundas raíces el sistema Wheatstone, y aun allí se ve combatido por su rival, que indudablemente quedaria por dueño del campo si la telegrafía no gozase de la misma libertad que la prensa. ¿Hubiera sido posible establecer en España la telegrafía eléctrica en tan grande escala como se verificó en 1857 si el Director general de Telégrafos, con el tino y prevision que le distingue, no hubiese dado la preferencia al sistema Morse tomando del Wheatstone lo único que podia ser útil, esto es, la aguja indicadora? Preciso es reconocerlo: el sistema inglés no puede vivir mas que entre los ingleses, en cuyo país ha llegado á popularizarse y donde le miran y le conservan como una gloria nacional.

Pero lo que nunca hemos podido comprender es eso de aplicar el sistema Wheatstone al sistema Morse. ¿Es que se quiere conservar el manipulador Morse y recibir en la aguja? Eso es un absurdo: seria traer á la realidad esos fantásticos seres compuestos de dos mitades de animales diferentes que nos pinta la fábula. Quitad al sistema Wheatstone su alfabeto, obligadle á que señale puntos y rayas en vez de dar golpes secos y veloces, y perderá su mas preciosa cualidad. Esto no lo comprenderán los que hablan de letras agujereadas y de alfabetos estereotipados, pero sí los que conozcan siquiera medianamente los dos sistemas de que se trata, y mucho mejor los que en la línea de Irún manejaron por algunos años el

sistema Wheatstone con tan brillantes resultados. Basta saber que en el alfabeto de este sistema, en el caso mas desfavorable cuando funciona una sola aguja, la letra que mas tiene cuatro golpes, y que en el Morse, suponiendo que la raya equivale á dos solamente, habria 18 letras de mas de cuatro, llegando algunas hasta siete golpes. Por otra parte, funcionando la aguja con una sola clase de corrientes el apegamiento á los topes seria difícil de evitar como antes hemos indicado. ¿Se trata por el contrario de formar un sistema misto con el manipulador Wheatstone ú otro cualquiera inversor de polos y el receptor Morse? Eso, además de no ser una novedad, tendria varios inconvenientes, entre ellos el de no poder emplearse los traslatores tan ventajosamente aplicados á los aparatos fundados en la imantacion pasajera del hierro dulce. Es preciso convenir en que los dos sistemas de que se habla son tan diferentes entre sí como los principios en que se fundan: son dos cantidades heterogéneas que no admiten suma ni sustraccion.

Volviendo á nuestro asunto es del caso advertir, que con la aplicacion de los relevadores á los receptores telegráficos se consiguió transmitir directamente los despachos á mayor distancia, dando así un paso considerable hácia el objeto principal de la telegrafía, que tiende constantemente á proporcionar el medio de que dos personas que se hallan en puntos lejanos, puedan comunicar entre sí como si estuvieran la una en presencia de la otra, ó de silla á silla, como vulgarmente se dice. Sin embargo, las ventajas de estos inapreciables y sencillos aparatos no debian reducirse á tan pequeñas proporciones, y bien pronto se conoció que asi como cerraban el circuito de una pila local podian cerrar tambien el de una pila de línea, doblando de este modo el alcance de la trasmision directa, lo que en efecto se consiguió combinando dos relevadores de la sencilla manera que todos conocemos, al menos por los tratados de telegrafía,

puesto que estos traslatores no se han empleado en España ni había ocasion para ello hasta que recibieron la importante mejora de que hablaremos en seguida, no sin recordar antes con el mayor placer que entre esta clase de aparatos figura dignamente el traslator-balanza del Sr. Fiol. Estos traslatores ó relevadores de línea prestaron por algunos años muy buenos servicios, pero es preciso convenir en que adolecían de un defecto capital: el relevo de la corriente se verificaba mediante un contacto formado por la corriente de la línea ya debilitada por la distancia recorrida, por cuya razón dicho contacto debía carecer de la firmeza necesaria para dar á la nueva corriente toda la fuerza que la pila de línea podía suministrar y que debía contribuir tan poderosamente al mayor alcance de la trasmision directa. Esta ventaja no podía conseguirse sino por medio de una pila local, y así se verificó en efecto, montando en traslacion dos aparatos con relevador; y finalmente, en vista de que para la renovacion de las corrientes era inútil el rodaje del receptor Morse y otros, se construyeron traslatores especiales que pueden aplicarse á todos los sistemas telegráficos que funcionan con una misma clase de corrientes, con mas ventaja que antes, puesto que, el relevo se hace por medio de una pila local cuya fuerza puede elevarse al grado que convenga.

Estos traslatores, además de ser cómodos y elegantes, llenan bien su objeto, pero se desarreglan algunas veces, exigen una continúa vigilancia y no siempre se consigue que los dos relevadores sencillos de que se componen funcionen con la misma regularidad, y aunque no he tenido ocasion de observar de cerca mas que este sistema de traslacion creo que el formado por dos receptores es preferible por la mejor disposicion de los resortes y de las palanquetas que la pila local pone en movimiento. Así me parece haberlo advertido en una estacion donde funcionan á la vez los dos sistemas, si bien un hecho aislado no puede formar regla general.

Véase de qué manera los relevadores y las pilas locales se emplearon desde un principio en la telegrafia con el objeto de facilitar la recepcion sustituyendo las corrientes debilitadas de la línea por otras de mayor intensidad y mas propias para obrar sobre los aparatos, y de qué modo las segundas aplicadas á los primeros sirvieron mas adelante para aumentar la firmeza de los contactos y extender por consiguiente el alcance de las corrientes, deduciéndose de lo expuesto que la supresion de las pilas locales, lejos de ser un adelanto para la telegrafia, sería un verdadero retroceso. Esta supresion solo podria tener lugar con ventaja en los receptores en el caso de que la parte directamente encargada de marcar los signos, solo tuviese que ejercer un leve esfuerzo y fuese además tan ligera como la palanqueta del relevador. Es verdad que las pilas locales formadas de elementos grandes no dan muy buenos resultados, sobre todo con los vasos porosos del país; pero nada importa formarlas de elementos pequeños hasta que la pila á que Lacaille ha dado una forma conveniente venga á susistir á la de Daniell, tan ventajosamente empleada hasta el dia en la trasmision telegráfica. Por lo demás, téngase presente que una pila local no debe servir mas que para un solo aparato, y que ni la pila de línea ni una parte suya puede emplearse como pila local sino en las estaciones donde haya un aparato solamente.

J. GALANTE.

DE LA CONSTRUCCION Y COLOCACION DE LOS CABLES SUBMARINOS.

(Continuacion.)

Los experimentos de los Sres. Siemen sobre la inmersion de la gutta-percha, la goma elástica y el compuesto de Wray en agua, dan los siguientes resultados.

Todas estas materias absorben con mas rapidez el agua dulce que la del mar, y esta que la de la salmuera. En la gutta-percha se marca bien la diferen-

cia; el *caut-chouc* absorbe menos rápidamente que la *gutta-percha* á los 39° Fahr., que puede considerarse la temperatura del fondo del mar, y el compuesto de Wray absorbe lo mismo de agua dulce que de agua salada á los 39° Fahrenheit.

El espesor de las capas de materia empleada afecta la absorcion mucho mas de lo que pudiera suponer el simple aumento de superficie. La absorcion del agua por las capas mas espesas parece cesar en un límite que traspasan rápidamente las capas delgadas. La conductibilidad de estas materias no es afectada en la apariencia por la absorcion de 2 á 3 por 100 de agua, límite para el agua de mar y las temperaturas ordinarias.

El aumento de presion, dentro de los límites de 50 libras por pulgada cuadrada, no afecta el grado de absorcion materialmente. Mr. Fairbairn hizo algunos experimentos en Manchester, bajo una presion de 20.000 libras por pulgada cuadrada, equivalente á una profundidad de 8,72 millas. Con tal presion, una capa de *gutta-percha* de $\frac{1}{16}$ pulgada de espesor absorbia 0,5 por 100 de su peso de agua pura, al cabo de sesenta y cinco horas. Prolongando este tiempo veintitres horas mas, la absorcion no era mayor. Una presion de 5.900 libras por pulgada cuadrada durante cuatrocientas cincuenta horas, sobre una capa de *gutta-percha* de $\frac{1}{16}$ pulgadas de espesor, producía una absorcion de 2 por 100 de agua pura, mientras que con un trozo de *gutta-percha* de una pulgada de espesor la absorcion en el mismo periodo de tiempo era solo de 0,3 por 100.

Los experimentos de Mr. Fairbairn se extendieron tambien á la goma elástica, á los compuestos de Chatterton y Wray y á otras sustancias. En lo que mira al efecto de la temperatura, la absorcion, con una presion de 20.000 libras por pulgada cuadrada, era para la *gutta-percha* seis veces mas á la temperatura de 75° que á la de 45°, para la goma elástica dos y media veces mas, y para el compuesto de Wray siete.

Mr. Fairbairn halló, que en presiones de 20.000 libras por pulgada cuadrada, el aislamiento se mejoraba con la consolidacion y que el tamaño del material se reducía.

Nosotros hemos sometido alambres cubiertos de *gutta-percha*, goma elástica y compuesto de Wray, de 110 varas de extension, á la presion de tres toneladas por pulgada cuadrada en periodos de un mes. Los alambres estaban colocados en tubos de hierro puestos en comunicacion con una prensa hidráulica, por cuyo medio la presion se ejercía continuamente. Quisimos obtener mayor presion, pero no fué posible.

Despues de un maduro exámen de este y otros

experimentos, hemos concluido, que la absorcion del agua por las referidas sustancias no debe temerse como causa de deterioro; que la presion mejora el aislamiento, y que hay menos diferencia en la goma elástica sometida ó no sometida á la presion que en todos los demás materiales hasta el día ensayados.

Cuando se colocaron los primeros telégrafos submarinos, aun no se habia fijado bastante la atencion sobre el diámetro del alambre conductor ó sobre el espesor de la materia aisladora. Habíase observado algun retraso en las corrientes eléctricas subterráneas; pero al principio, á causa de lo corto de las líneas submarinas, resultaron pocos inconvenientes prácticos, y solo despues que se las construyó de considerable longitud se vino en conocimiento de la importancia de la induccion.

Vióse pronto que la accion inductiva debia ser en cierto grado proporcionada al diámetro del medio aislador; pero desconociase el valor de ese grado, y aunque se aumentase el grueso de la *gutta-percha*, no habia regla para determinar el aumento, ni existían nociones claras de la exacta accion inductiva que concurría á producir el retraso en las corrientes. En 1834 Mr. L. Clark notició al profesor Faraday los resultados de sus experimentos de las líneas telegráficas entre Lóndres y Manchester, y el profesor Faraday explicó ante el Real Instituto los principios generales que ocasionan tales efectos.

Cuando un hilo metálico se envuelve en alguna sustancia aisladora, como *gutta-percha* ó goma elástica, y luego se le rodea de agua ó de tierra húmeda, el sistema es exactamente análogo á la botella de Leyden ó al cuadro fulminante; la envuelta aisladora representa el cristal, el hilo de cobre la vestidura metálica interior, y el agua ó tierra húmeda la vestidura exterior. La electricidad de que está cargado el alambre, poniendo el polo de una batería activa en contacto con él, obra por induccion sobre la electricidad opuesta del medio que le rodea, el cual á su vez reacciona sobre la electricidad del hilo metálico, ocasionándose una considerable acumulacion, que es mayor á proporcion del grueso de la envuelta aisladora.

Una milla de hilo de cobre cuyo diámetro sea $\frac{1}{16}$ de pulgada, presenta 85,95 piés cuadrados de superficie, y siendo las mismas las circunstancias inductivas, recibe de un origen de igual tension la misma carga que una botella de Leyden de igual capacidad. Hay, sin embargo, una diferencia material en los dos casos. Aunque ambas descargas se verifican en un tiempo inapreciable para los sentidos, la del alambre ocupa comparativamente mucho mas intervalo que la de la botella. Un alambre, al aire libre, y sin conexión

con la tierra, recibe tambien su carga, pero en menor cantidad, debido á que la accion inductiva de los cuerpos que le rodean ejercen sobre él poca influencia.

Las condiciones generales de esta accion inductiva no estaban bien determinadas cuando empezamos nuestras tareas. Se creyó, pues, necesario proceder á una série de experimentos, á fin de fijar la cantidad de descarga inductiva en hilos de considerable extension, teniendo en cuenta su diámetro, la materia y espesor de la sustancia aisladora, y la temperatura y presion del medio que los rodea.

De los experimentos hechos resultó:

1.º Que la cantidad de descarga de una batería es proporcional á la fuerza electro-motriz ó á la tension de la misma batería.

2.º Que la descarga es directamente como la longitud del alambre.

3.º Que cuando la descarga se efectúa á un tiempo en varios alambres unidos por sus extremidades descargadoras, el efecto sobre el galvanómetro es el mismo que cuando los alambres están adheridos entre sí, colocándose unos despues de otros.

4.º Que la conductibilidad del metal, si las circunstancias no varían, no influye en la cantidad de la descarga. Por eso, empleando un mal conductor, la resistencia del circuito crece, pero la induccion continúa igual.

5.º La fórmula dada por el profesor Thomson en su explanation de la capacidad electro-estática de un alambre aislado, es como sigue: Si D denota el diámetro de un hilo de cobre, cubierto simétricamente con materia aisladora hasta el diámetro D' ; I la capacidad inductiva específica del aislador, y \log el logaritmo de Napier del número que le corresponde, la expresion para la capacidad electro-estática de una unidad de longitud del conductor así aislado, cuando la envuelta se halla en comunicacion con la tierra es $\frac{I}{2 \log \frac{D'}{D}}$. Los experimentos confirman la verdad de esta fórmula.

De lo dicho resulta, que la cantidad de descarga en alambres de diferente diámetro, con envueltas de distinto espesor y la misma materia aisladora, puede considerarse para la práctica directamente como la raíz cuadrada del espesor de la envuelta. Luego, aumentando el diámetro del alambre y el espesor de la envuelta aisladora, en igual proporcion, la cantidad de descarga no varía.

La fuerza de la corriente en un circuito volático crece como el cuadrado del diámetro del alambre (entiendiéndose que la longitud del circuito sea constante

y la resistencia de la batería insignificante, comparada con la de la porcion metálica del circuito); por lo tanto, si no se creyese á propósito aumentar el alambre y la envuelta proporcionalmente, se obtendría mayor ventaja aumentando el diámetro del primero que el espesor de la segunda; porque mientras esta permanezca invariable, la descarga inductiva crece solo como la raíz cuadrada del diámetro del alambre, aumentándose la fuerza de la corriente como el cuadrado del diámetro, y si varía la envuelta sin variar el hilo, la fuerza de la corriente permanecerá la misma, pero la induccion disminuirá solo como la raíz cuadrada del espesor.

6.º Que la goma elástica excede á las demás materias en la corta cantidad de su descarga inductiva, y en lo perfecto de su aislamiento.

7.º Que el compuesto de Wray, que se forma añadiendo á la goma elástica otras materias aisladoras, y la gutta-percha pura, se asemejan mucho á la goma elástica en ambos particulares.

8.º Que la mezcla de sustancias imperfectamente conductoras con la gutta-percha, por ejemplo el carbon en el compuesto de Mr. Radcliffe, tiene la desventaja de reducir el aislamiento y aumentar la induccion.

9.º Que la interposicion de hilo de algodón entre el alambre y una capa de caut-chuc, como sucede en el compuesto de Hall y Vell, aumenta tambien considerablemente la induccion y disminuye el aislamiento; lo primero, porque el hilo de algodón, que es mal aislador, aumenta la superficie del conductor; y lo segundo, no solo porque se disminuye la envuelta, sino tambien probablemente por la mayor accion inductiva. Es asimismo desventajoso interponer algodón entre dos capas de gutta-percha, como lo prueban los experimentos hechos en la línea de Mr. Hearder.

10.º Que la interposicion de un aislador glutinoso entre dos capas de gutta-percha, ni disminuye la induccion ni mejora el aislamiento de la línea.

11.º Generalmente hablando, cuanto mas perfecta es la propiedad aisladora de la materia, tanto menor es su capacidad inductiva. Hay, sin embargo, algunas excepciones de esta regla.

12.º La temperatura afecta á la descarga en la misma proporcion que lo hace con el aislamiento.

13.º No aparece que la presion ejerza influencia alguna sobre la cantidad de descarga inductiva.

La rapidez con que la electricidad atraviesa un hilo metálico, es excesivamente grande, y hasta instantánea cuando no hay induccion. Los bien conocidos experimentos del profesor Wheatstone, hechos con electricidad de gran tension, probaron que esta rapidez no es inferior á la de la luz cuando atraviesa el

espacio planetario; y ulteriores experimentos, con electricidad de poca tension comparativamente, la cual es mas afectada por las circunstancias eventuales, han dado siempre una velocidad excesiva. Los Señores Fizeau y Gounelle demostraron que la rapidez de la electricidad producida por una bateria voltáica es, en el hilo de cobre, de 111.834 millas por segundo, y en el de hierro de 62.130 millas; y los experimentos mas recientes de los Sres. Guillemín y Burnouf dan al alambre de hierro la velocidad de 111.847 por segundo. Los Sres. Fizeau y Gounelle han inferido de sus experimentos que la rapidez de la electricidad es independiente de la fuerza de la corriente y de la seccion del conductor, aunque varia con la materia.

Háse encontrado una velocidad mucho menor en las lineas subterráneas, debiéndose el retardo á la accion inductiva del medio que rodea al alambre. En semejantes casos no se mide la rapidez de la electricidad en el metal, sino el tiempo necesario para que se produzca cierta cantidad de efecto en la extremidad del hilo, ó en otras palabras, el tiempo indispensable para cargarlo hasta una cantidad determinada. Los que han considerado este asunto por el lado teórico, convienen en que el tiempo es proporcional al cuadrado de la longitud, pero hasta hoy faltan experimentos satisfactorios que lo prueben.

El doctor Faraday, fundándose en algunos practicados por Mr. Clark, dice que la corriente eléctrica emplea dos segundos en recorrer un hilo telegráfico subterráneo de 1.500 millas de longitud, mientras que al aire libre y en el mismo espacio la cantidad de tiempo es inapreciable. Mr. Walker dice que en el cable atlántico, antes de ser sumergido, la trasmision de la electricidad se efectuó en dos segundos, y se sabe que el delicado galvanómetro reflectivo del profesor Thomson mostró una corriente sensible en menos de un segundo.

Si una cantidad determinada de electricidad se descargase despues de verificada su trasmision al otro extremo del hilo en un intervalo igual de tiempo, el retardo seria poco importante, pues las cargas y descargas se sucederian en el mismo orden y con los mismos intervalos entre sí; pero como la descarga en una gran extension de alambre ocupa mucho mas tiempo que la carga, si se da la segunda antes del desprendimiento de la primera, aunque las cargas puedan separarse por intervalos bien marcados, las descargas se confundirian en una sola, siendo imposible distinguir las corrientes que los caractéres alfabéticos representan. Hay pues un limite al número de señales que es posible hacer en un tiempo dado, y el cual depende de la accion inductiva que obra sobre la linea.

Varios recursos se han empleado para aumentar la rapidez con que han de sucederse las corrientes, y entre ellos el mas usual es descargar la extremidad de la linea tan pronto como se la separe de la bateria y antes de que otra corriente le suceda. Mr. Varley y Mr. Siemens, en vez de descargarla en tierra, la neutralizan poniendo el alambre en contacto con el polo de una bateria débil, que produzca escasa corriente en la direccion opuesta. El profesor Jacobi emplea una bateria secundaria, que polarizada ó cargada por la corriente trasmitada, ocasiona otra en opuesta direccion, la cual obra mientras no lo hace la primera, y neutraliza la electricidad restante del alambre.

El profesor Hughes ha hecho varios experimentos sobre cables submarinos, antes de que se les sumergiese, para cerciorarse del número de corrientes alternativas que pudieran en un tiempo dado atravesarlos.

Respecto de las palabras trasmisibles en distintos cables telegráficos sumergidos y funcionando, véase el siguiente cuadro:

	Palabras por minuto.	
Varna y Balaklava.....	310	5
Varna y Constantinopla.....	150	15
Mar Rojo.....	180	12
Idem.....	730	5 ó 6
Atlántico.....	2.500	2½
Idem.....	»	2
Idem.....	»	1,4
		A. Varley.
		Idem.
		Forde.
		Idem.
		Thomson, maximum.
		Idem comprobado por el mismo.
		G. F. Varley.

Está generalmente admitido que la rapidez de sucesion de las señales no se afecta por variar el número de elementos de la bateria.

El mas importante problema que hay que resolver en la telegrafia submarina, es el de la trasmision sucesiva de las señales con la mayor rapidez; y su

resolucion depende de averiguar antes dos cosas: 1.ª Hasta qué punto pueden removerse las circunstancias que determinan la accion inductiva. 2.ª Cuáles son los mejores medios para hacer que desaparezca el resto de carga del alambre despues que la corriente original ha cesado de obrar. En el curso de nuestras investigaciones hemos obtenido algunos datos sobre lo primero; si bien, en cuanto á lo segundo, falta mucho para que los pocos adquiridos sean satisfactorios.

Uno de los contratiempos mas fatales en un cable submarino es que el alambre interior y el agua se pongan en contacto; y como para esto basta la mas pequeña y casi imperceptible hendidura, necesario es que el fabricante emplee todo su esmero á fin de evitar que suceda. Cuando la sustancia aisladora es gutta-percha, proviene el defecto de su mala preparacion y á veces de no colocar bien al medio el alambre: como se vé, ambas cosas pueden precaverse. Tambien el alambre, aunque perfectamente situado, se desvia del centro por ablandarse la materia que lo envuelve, expuesta á una temperatura elevada, lo cual no ocurre tan á menudo en hilos cubiertos con goma elástica. Otra causa de cesar el necesario aislamiento, es la presencia de alguna sustancia extraña ó impureza. Resulta de estas observaciones, que el fabricante entra por mucho en el bueno ó mal éxito de los cables submarinos.

Estos se malogran, ó en el momento de colocarlos ó despues, por deterioros preexistentes ó subsiguientes. Los deterioros son ya mecánicos ya eléctricos, aconteciendo esto último por lo regular en líneas de grande extension, donde se emplean intensas corrientes de electricidad. Dificil es descubrir y reparar tales desperfectos.

En el primer periodo de nuestro trabajo las propiedades aisladoras de la gutta-percha se exageraban hasta el punto de creer innecesaria toda mejora. Pero no tardamos en conocer cuánto se desliza la electricidad al través de la gutta-percha, probando en seguida que esta sustancia, cuando es pura, constituye un excelente aislador, si bien, cuando no lo es, ó cuando se halla en su estado ordinario, cede la palma á otros. La historia del telégrafo submarino no deja, pues, duda de las grandes precauciones indispensables para emplear cualquiera materia nueva, cuyas circunstancias y propiedades son imperfectamente conocidas.

El caut-chuc ó goma elástica, aceptado en un principio, desechado luego y vuelto á aceptar por último, es buen aislador, está mas libre de impurezas que la gutta-percha, sus propiedades son por lo mismo mucho mas constantes, y la experiencia ha demos-

trado que en cuanto á duracion no teme el cotejo. De los otros compuestos, el de Wray posee notable poder de aislar; pero como no se sabe aun lo que dura, antes de reemplazar con él la gutta-percha es preciso calcularlo y madurarlo todo bien. Entre tanto, ya se ha averiguado que la gutta-percha pura tiene excelentes propiedades aisladoras, y aunque haya padecido algunas veces deterioros ocasionados por insectos microscópicos marinos, es lo cierto que, usada en moderadas temperaturas, revestida de alquitran de Estokolmo, protegida de la accion de la luz solar y cubierta con agua, durará muchos años.

Queda, pues, sentado, que toda materia, por mas que prometa, necesita de la sancion del tiempo para acreditarse, y que se debe poner el mayor esmero en la fábrica de la envuelta aisladora del alambre conductor, el cual se compone de sustancias tan delicadas en su textura, y se emplea de tal modo que una sola falta, por leve que sea, si no se descubre durante el procedimiento, vicia todo el aparato, como acontece á una cadena cuando uno de los eslabones se rompe.

III.

LA PROTECCION EXTERIOR.

Segun hemos visto, los medios adoptados para conservar el aislamiento de los hilos telegráficos debajo de tierra ó al través de los tuneles, han sido mas ó menos ineficaces, excepto cuando los tubos que los contenian se han humedecido ó llenado de agua. Consideracion importante para la duracion de las líneas submarinas. Era preciso, sin embargo, proteger los alambres ya aislados, pues la gutta-percha, por su blandura, podia deteriorarse fácilmente. Al efecto se la envolvió, cuando estuvo elaborada, en una cinta bañada de alquitran ú otra sustancia análoga. Un cable telegráfico se encuentra además muy expuesto, al arriarlo, especialmente si hay mar gruesa, á causa de su peso, sobre todo tratándose de profundidades de dos y tres millas.

El primer cable se colocó en mares de poco fondo, y para su proteccion fué adoptado un alambre de hierro; pero como hubiera sido imprudente poner una materia de la indole del hierro en inmediato contacto con la gutta-percha, rodeóse á esta primero de cáñamo alquitranado que, sin ejercer ningun influjo destructor sobre la gutta-percha, sirvió de segura capa á los alambres.

Construyéronse otros cables siguiendo el mismo plan, y mientras no variaron las circunstancias, el éxito fué igualmente feliz. La mas importante innovacion consistió en que, en lugar de poner varios hilos aislados dentro de un solo cable, se puso cada hilo en

un cable separado. Así, por ejemplo, entre Inglaterra y Holanda, se colocaron cuatro hilos en otros tantos cables. Hizose esto para evitar el daño que causaban las anclas en los mares de poco fondo, consiguiéndose que el desperfecto de un solo hilo no impidiera la comunicacion.

El método era costoso, pues habia que tener constantemente un buque destinado á las reparaciones de la línea, por cuanto fué preciso renunciar á él, sustituyendo un cable grueso á los tres ó cuatro separados. Requiere gran fuerza para levantar semejante cable á la superficie, y si un buque pequeño arria el ancla de modo que en él se prenda, la puede contar como perdida; de ahí el cuidado á fin de evitarlo.

Pero, tratándose de grandes distancias, estos cables eran de dificilísima colocacion, porque el tamaño de los buques para conducirlos y arriarlos tenia que ser enorme. El cable atlántico, aunque colocado en dos mitades, requirió un buque de 3.200 toneladas.

Entonces se dijo que en los mares profundos no era fácil ocurriesen los deterioros ya referidos, pudiendo emplearse cables delgados, que son por otra parte de mucha menos duracion. Pero un alambre de hierro, por delgado que sea, se romperá con su propio peso á la distancia de tres millas. De donde resulta que, en los mares profundos, no importa tanto que se varíe el espesor del cable como que se altere la gravedad específica de la sustancia usada. Así pues, mientras que un cable forrado de hierro se quiebra en un espacio de tres millas, otro con envuelta de gutta-percha, cuya gravedad específica es poco mayor que la del agua, no corre igual peligro.

Hizo propuesto en vista de esto que para las grandes profundidades convendria emplear un cable mas ligero que el agua, con pesos que le mantuviesen á cierta distancia del fondo, y de todos modos ha habido que abandonar el alambre de hierro, adoptándose el cáñamo, por su escaso peso específico. La experiencia, sin embargo, no ha sido satisfactoria. Demasiado débil, para permitir despues de una larga immersion que se levante el cable, sucede tambien que se lo comen los peces y le perjudica la vegetacion marina. La union del cáñamo y el acero ó el hierro se ha creído allanaria estos inconvenientes.

En todos los casos que se ha usado el alambre conductor sin buena proteccion, el resultado ha sido corroerse, con grave daño de la línea. En los primeros cables el hilo de hierro se galvanizaba, para que durase mas; si bien no es, ni aun así, un artículo capaz de durar mucho tiempo, lo cual depende tambien de la posicion que tenga. Cubierto de arena ó de cieno, siempre que en este último no haya algo deletéreo

para el hierro, subsiste bastante tiempo debajo del agua; pero en ciertas localidades donde el cable descansa sobre rocas, expuesto al embate de la marejada, ó donde el cieno ó la arena contienen materias destructoras del hierro, ha bastado con unos cuantos meses para inutilizar la línea. La corrosion se evita en parte con la envuelta de cáñamo alquitranado, y es lo cierto que los trozos del cable atlántico extraídos en Frinity Bay (Terranova) estaban limpios de herrumbre.

El modo mas sencillo de cubrir un cable y por lo mismo el primero que se usó, fué arrollar el alambre de hierro espiralmente, no siendo inútil observar que la delicada materia aisladora que envuelve al hilo conductor, está expuesta á muchos menoscabos durante esa operacion; menoscabos que, mas tarde ó mas temprano, son causa de la pérdida de la línea.

Hemos examinado varias muestras de cables para mares profundos y asistido á una serie de experimentos sobre sus distintas formas, hechas por los señores Gisborne y Forde, con objeto de determinar la del cable de Falmouth y Gibraltar. Tambien nosotros hemos ensayado algunas formas de cables, y uno de los principales fines es obtener el minimum de elasticidad con el maximum de resistencia durante la colocacion de la línea. Hemos comparado los resultados, dando para cada cable la longitud en el agua equivalente á una determinada elasticidad y á la resistencia.

La siguiente tabla merece particular atencion por los resultados de los cables de Mr. Allan. En ellos la fuerza es suministrada por alambres de acero arrollados espiralmente en el cobre conductor, con lo que se aumenta el diámetro de este, y no hay peligro de que horade la gutta-percha. El aumento del diámetro acrece la induccion del cable. Por supuesto que la materia aisladora lo mismo requiere proteccion en estos que en los demás cables.

Siempre que se ha usado el hierro como elemento de fuerza, ha sido preciso protegerlo contra la corrosion, por medio del cáñamo, de la goma elástica, de una mezcla de nuez de coco y gutta-percha, etc.

Consideramos esencial que se proteja á los cables cubiertos de hierro ó acero contra la corrosion, tanto como preservativo antes de colocarlos como para su seguridad despues de colocados, y poderlos levantar si sufren algun deterioro. La proteccion del cáñamo por si sola, no es duradera. En los cables de mares de poco fondo, teniendo que ser sólida la cubierta, hay que servirse de un metal duro, probablemente de una aleacion, y creemos que el estaño, con una envuelta exterior de cáñamo alquitranado y

otro compuesto de gutta-percha ordinaria, llenaria el objeto. El cáñamo durará mas revistiéndole de algun compuesto de gutta-percha ó de brea. Cualquiera que sea, por otra parte, la materia preferida, se adaptará su gravedad especifica á las brazas de agua, de modo que el cable descienda suavemente. Segun tenemos entendido, la gravedad especifica del cable de Tolon y Argel (1,9) que acaba de colocarse en fondos de 1.600 á 2.000 brazas, ha dado resultados satisfactorios.

CABLES CUYA FUERZA DEPENDE DE LA ENVUELTA EXTERIOR, POR MEDIO DE CÁÑAMO Ó ALAMBRES ARROLLADOS ESPIRALMENTE.

NOMBRES.	DESCRIPCION GENERAL de la manera de disponer la fuerza y proteccion.	Gravedad especifica.	LONGITUD DEL CABLE EN EL AGUA, EN BRAZAS, EQUIVALENTE A		RESISTENCIA. — Brazas.
			0,5 por 100 de elasticidad.	1 por 100 de elasticidad.	
			— Brazas.	— Brazas.	
Clark, L.	Alambre de acero, con una ligera espiral y una cinta arrollada, etc.	4,92	4.610 4.449	» »	No roto. 3.376
Gisborne y Forde (Gibraltar, mar profundo)	Alambres de acero revestido de cáñamo espiralmente	4,9	4.476 2.440	4.947 3.924	No roto. No roto, con un peso de 5.683 brazas en el agua.
Siemens.	Cuerdas de cáñamo, arrolladas espiralmente y protegidas por un forro delgado de cobre.	4,5	4.342 2.046 1.694	2.552 3.672 3.284	No roto. Idem. Idem.

CABLES CUYA FUERZA DEPENDE DE LA ENVUELTA EXTERIOR, POR MEDIO DE CÁÑAMO Ó ALAMBRES ARROLLADOS LONGITUDINALMENTE.

De Bergue	Líneas de cáñamo alquitranado, forradas con cuerda de cáñamo.	4,26	5.300 »	8.124 5.908	No roto. 46.982
Godefroy	Alambres de acero revestidos de goma elástica.	4,9	2.653	»	3.424
Idem	Idem	4,4	2.596 2.596	3.500 »	No roto. 3.309
Hall y Wells	Líneas de cáñamo protegidas por trenza de lo mismo.	4,35	760	4.426	4.420
Idem	Líneas de alambre de acero y cáñamo, protegidas por trenzas de lo último.	4,6	2.499	»	2.729
Idem	Idem	4,9	2.437	4.525	5.597
Silver	Alambres de acero, cubiertos con trenza de cáñamo.	2,8	4.642 4.832	3.260 4.088	No roto. 3.213
Sinnock	Líneas de cáñamo alquitranado, protegidas con cuerda de cáñamo y alambre de hierro.	4,4	622	463	No roto. 2.855
Idem	Idem	4,7	997	4.782 636	7.132

CABLES CUYA FUERZA DEPENDE DEL CONDUCTOR DE COBRE, DENTRO DE LA ENVUELTA AISLADORA.

Allan	Alambres de acero, arrollados espiralmente sobre el conductor de cobre, con envuelta exterior de cáñamo del Indostan.	4,6	4.549 4.283	2.258	No roto. 2.936
Idem	Idem.—Envuelta exterior de goma elástica.	4,38	3.405	5.555	7.484
Idem	Idem.—Envuelta exterior de compuesto de Godefroy ..	4,3	3.835	6.340	6.348

CRÓNICA DEL CUERPO.

Hallándose próxima la apertura de las estaciones de la línea de Santander al Ferrol, sabemos que de un momento á otro debe destinarse el personal de Jefes y vigilantes para las secciones de dicha línea.

Algunas Estaciones de la misma se hallan ya completas del personal y material y en aptitud de poder desempeñar el servicio interesante á que se destina. Sabemos que se trabaja activamente con el objeto de que puedan estarlo las restantes en un breve plazo.

Se ha concedido plazo para presentarse en sus respectivos destinos á los nuevos telegrafistas proce-

dentados de la Escuela práctica con el objeto de que puedan hallarse dentro del presupuesto, cuya discusión y aprobación deberá ser terminada en breve plazo.

Se halla de regreso en esta córte el Director de Sección D. Justo Ureña, que ha estado algun tiempo en calidad de Ingeniero inspector de una empresa particular.

Editor responsable, D. ANTONIO PEÑAFIEL.

MADRID: 1862.—IMPRENTA NACIONAL.

MOVIMIENTO DEL PERSONAL

DURANTE LA SEGUNDA QUINCENA DEL MES DE MARZO.

TRASLACIONES.

CLASES.	NOMBRES.	PROCEDENCIA.	DESTINO.	OBSERVACIONES.
Director.....	D. Ramon Peñaredonda.	Orense	Vivero.....	Accediendo á sus deseos.
Subdirector....	D. Emilio Paredes.....	Puerto.....	Orense.....	Idem id.
Jefe de estacion.	D. Ramon Ortuño.....	Vinaroz.....	Tarragona...	Por razon del servicio.
Idem id.....	D. Rosendo Soto.....	Tarragona.....	Vinaroz.....	Idem id.
Telegrafista....	D. Ramon Aguirre.....	Santander.....	San Vicente..	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Pedro Uson.....	Algeciras.....	San Fernando	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Lorenzo Sabadia.....	Búrgos.....	Vitoria.....	Por permuta.
Idem.....	D. Fermin Rodriguez....	Vitoria.....	Búrgos.....	Idem id.
Idem.....	D. Alfonso Gavanyes....	Tarragona....	Barcelona....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Carlos Calcinari.....	Alcázar.....	Madrid.....	Idem id.
Idem.....	D. Vicente Martínez....	Albacete.....	Alcázar.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Pablo Gusseme.....	Alcázar.....	Albacete.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Pedro Fuentes Rajoy..	Ferrol.....	Coruña.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Anastasio Egurvide ..	Pamplona....	Avilés.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Francisco Iglesias ..	Alsásua.....	Vitoria.....	Idem id.
Idem.....	D. Joaquin Diaz de Bustamante.	Tarifa.....	Algeciras....	Idem id.
Idem.....	D. Julian Quiroga.....	Vitoria.....	Bilbao.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Juan de la Fuente.....	Sevilla.....	Jerez.....	Idem id.
Idem.....	D. Nicolás de Praves....	Guadalajara..	Zaragoza....	Idem id.

DEFUNCIONES.

Jefe de estacion.	D. Juan Manuel Cabrera.	»	»	»
Idem.....	D. Ramon Camallonga...	»	»	»