

REVISTA DE TELÉGRAFOS.

SOBRE LA CONSTRUCCION

DE CABLES TELEGRÁFICOS SUBMARINOS, POR F. JENKIN.

Los cables telegráficos submarinos que se usan en la actualidad son generalmente de una misma construccion; nos ocuparemos en primer lugar de la descripción de estos cables. Las partes principales de un cable telegráfico submarino son: 1.º Un conductor, por el cual corre la electricidad de una estacion á otra; y 2.º Una sustancia aisladora envolviendo al conductor y separándole por completo del mar; en los cables ordinarios un alambre de cobre forma el conductor, cubierto y aislado por la gutta-percha. Esta capa de gutta-percha que cubre el alambre es á su vez recubierta de cáñamo embreado, rodeado en espiral por un número mayor ó menor de alambres de hierro, que resisten la traccion longitudinal y le protegen lateralmente.

El cable telegráfico que se puso en 1861, entre Malta y Alejandria, podrá servirnos de modelo para todos los de esta clase. El alambre conductor de cobre está rodeado por tres capas de gutta-percha. Se emplea el cobre, porque satisface mas que cualquiera otro metal ordinario al paso de la electricidad. Las dife-

rentes especies de cobre varian mucho en esta resistencia, y hay cobre en el comercio que tiene tan solo el 14 por 100 del valor del cobre químicamente puro; es decir, que es 86 por 100 inferior á este último, que como se sabe no puede obtenerse fácilmente en el comercio. Los principales fabricantes de cables suelen escoger, probándolo por la electricidad, el alambre que mas conviene á su propósito, y este suele ser, en cuanto á su poder conductor, un 20 por 100 inferior al cobre puro.

Un alambre conveniente es preferible á un cordon de ellos, por la misma razon que el cobre que tiene poca resistencia eléctrica es preferible á aquel que tiene mucha, siendo el propósito en todos casos, obtener la menor resistencia posible en un diámetro dado. Para un mismo diámetro los intersticios disminuyen el poder conductor del alambre y la capa de gutta-percha debe ser de un diámetro proporcionalmente mayor, para dar la misma velocidad en la trasmision y el mismo grado de aislamiento que cuando se usa un alambre solo del mismo grueso. Sin embargo, cuando se necesitan largos conductores no es bastante flexible un alambre grueso; por otra parte un alambre delgado está demasiado expuesto á

romperse sin que se note desperfecto alguno exteriormente, por estas razones se han adoptado los cordones para largas distancias.

En los cables que se construian primeramente, los intersticios que habia entre los alambres del cordon se dejaban vacios; pero se vió que bajo una presion continua el agua penetraba en estos huecos y permanecia en ellos. Esto era muy peligroso por varios conceptos, por lo que la Compañía de la gutta-percha llena hoy estos espacios con una composicion aisladora llamada « composicion de Chatterton », la que se forma de gutta-percha y otras sustancias resinosas y llena tan completamente los huecos que una presion de 600 libras por pulgada cuadrada no puede hacer penetrar ni una sola gota de agua. Otros fabricantes han seguido el mismo camino, pero el gran cable submarino y otros recientemente construidos carecen de ella.

Sobre las mejores condiciones eléctricas que determinan las dimensiones del conductor y las sustancias aisladoras, será suficiente observar, primero, que para cada relacion dada entre el coste de las materias aisladoras y del conductor existe una razon correspondiente entre los diámetros del conductor y del aislador, y en la práctica el espesor de la gutta-percha excede casi siempre al grueso que da la teoria. Segundo, si se mantiene una relacion constante entre los diámetros del conductor y del aislador, el número de palabras que podrán transmitirse por minuto, y para una longitud dada, es directamente proporcional á la cantidad de material empleado; de manera que un cable en que pudieran transmitirse veinte palabras por minuto costaria cuatro veces mas que aquel en que solo se trasmitiesen cinco.

La fabricacion del cordon de cobre conductor es extremadamente sencilla. Atendiendo á la ductilidad del metal, parece de poca importancia que el alambre se tuerza ó no en la construccion del cordon; pero hay que tener especial cuidado que los alambres de hierro que cubren el cable carezcan de torsion. En la

máquina que sirve para la fabricacion del cordon un tope reprime el movimiento de las bobinas, pudiendo arreglarse á mano hasta que la tension de todos los hilos sea la misma. Los tambores de las bobinas están hechos para el total diámetro de estas cuando están llenas de alambre, de manera que el movimiento del tope no varía mucho durante el desarrollo del alambre. Es muy importante que todos los hilos del cordon tengan una torsion siempre igual, pues de otra manera alguno de ellos podria anudarse al cubrir el cordon la capa aisladora. Cada cabo de alambre es soldado con el siguiente, de manera que no quede ninguna punta, pues esta podria atravesar la gutta-percha y dejar escapar la corriente, para lo cual se aplastan un poco los cabos si están con alambre mas tlegado y se sueldan cuidadosamente.

Para cubrir el cordon se usa la gutta-percha en un estado pastoso y se aplica sobre este por capas sucesivas; con este objeto se hace pasar el alambre por una serie de cilindros tales que cada uno es de un diámetro mayor que el que le precede, y entre cada dos capas de gutta-percha se interpone otra de composicion de Chatterton. El cable del Atlántico, el de Varna, el de Córcega y algunos otros tienen una cubierta de gutta-percha compacta sin capa alguna de composicion de Chatterton. El cable del mar Rojo y otros construidos recientemente tienen la composicion de Chatterton interpuesta entre las capas de gutta-percha, careciendo de ella en los huecos del cordon de cobre: los que se construyen ahora la tienen en ambas partes.

Quando se emplea la goma elástica como cubierta aisladora suele usarse en tiras que se arrollan en espiral al redor del cordon, tambien se pone en sentido longitudinal, segun el sistema inventado por Mr. Siemens y descrito en un *meeting* reciente. Suelen usarse los disolventes para unir las diferentes tiras de goma elástica, aunque en el dia es mas comun practicar esta operacion por el calor. En el sistema de Mr. Siemens no se usa ninguno de estos

dos medios, pues parece que las superficies recientes de goma elástica pueden unirse por el simple contacto habiendo alguna presión.

La cuestión relativa al mérito de estas dos sustancias, la gutta-percha y la goma elástica, para cubrir los cables telegráficos, es una de las que presentan mayor interés en esta materia. La gutta-percha contiene algunas veces sustancias extrañas, y muchas veces se interponen burbujas de aire entre las capas de esta sustancia. Estas impurezas ó burbujas de aire son muy perjudiciales cuando el cable está bajo la influencia de poderosas corrientes eléctricas. La gutta-percha se vuelve pastosa á unos cien grados de Fahr.; cuando está así reblandecida, por una causa cualquiera, es fácil que el cordón si está en algunos sitios muy torcido rompa su cubierta aisladora, además las soldaduras hechas con el mayor cuidado son susceptibles de estropearse con el tiempo. Por otra parte, la utilidad de la gutta-percha es muy grande. Ni una sola vara de gutta-percha de la que hasta ahora ha sido sumergida se ha echado á perder, y la importancia de este hecho, después de la experiencia de muchos años en millares de millas de cable, no será nunca demasiado apreciada.

Ningún cable cubierto de gutta-percha se ha echado á perder á no ser por defectos en la construcción interior ó por accidente casual, dos motivos de desperfecto á los cuales no resiste ningún material conocido. La propiedad aisladora de la gutta-percha es también muy grande. Ninguna materia conocida aísla perfectamente; pero si 2.000 millas de cable cubierto de la misma gutta-percha que se empleó para la construcción del que hoy existe entre Malta y Alejandría, tal vez el mejor que se ha hecho, se hubiesen sumergido en el Atlántico y se hubieran mantenido á la improbable y desventajosa temperatura de 75 grados Fahr., la corriente recibida al través de este cable sería de $97\frac{3}{4}$ por 100 de la que se recibiera por medio de un cable perfectamente aislado.

Debe observarse aquí que la palabra *aisla-*

miento ha sido frecuentemente empleada en un sentido doble; primero para expresar la independencia de algún defecto mecánico ó impureza, y segundo para expresar la resistencia eléctrica. Por consiguiente algunos principios que son ciertos cuando la palabra se usa en un sentido dejan de serlo si se toma en otro, causando alguna confusión al establecer alguna comparación entre la gutta-percha y la goma elástica. Así, la circunstancia de ser la goma elástica el mejor aislador, porque posee una resistencia eléctrica mayor que la gutta-percha, ha sido interpretada equivocadamente creyendo que significaba que la goma elástica era el mejor material para cubrir los cables; pero si se da á las palabras, *mejor aislador*, el verdadero sentido que tienen en este caso, indicará la frase precedente que es superior con respecto al poder conductor, pues no tiene ninguno, y no que le sea superior en todos los casos.

Los defectos de la goma elástica dependen principalmente de su fabricación, algunas veces se transforma en una sustancia terrosa en la superficie exterior y cerca del cobre; otras veces se producen pequeñas hendiduras que solamente aparecen después de algún tiempo de fabricado el cable; sucede también que se vuelve pastosa y esto depende según se cree de una considerable absorción de agua. La causa de estos fenómenos no parece bien conocida, aunque se han expuesto varias razones por los fabricantes. Se cree generalmente que es perjudicial exponerla á la luz y al aire, pero en mi opinión, la causa verdadera de romperse la goma elástica en los cables no puede considerarse todavía como explicada de una manera satisfactoria. Un defecto hay que es común á todas las clases de goma elástica, y esta es la dificultad en hacer la unión continua de las cintas en todo el largo del alambre, y otro hay también común á toda goma que no haya sido vulcanizada, la facilidad con que se echa á perder por el aceite ó la grasa. El último inconveniente es el más insidioso de todos, pues el daño no aparece inmediatamente sino que

requiere un tiempo bastante largo para desarrollarse por completo.

Las ventajas de la goma elástica no son, sin embargo, despreciables, y si no justifican su general aceptación excusan á lo menos el empleo que ha recibido en la fabricacion de los cables telegráficos. El punto mas importante que está en su favor, es que pueden transmitirse un gran número de palabras por minuto al través de un cable cubierto de esta sustancia. Hay razon para creer que con respecto á esto la goma elástica es dos veces mejor que cualquier clase de gutta-percha empleada hasta hoy; sin embargo, se han fabricado algunas muestras de esta última, que igualan á la mejor goma elástica. Mr. Siemens ha hecho un ensayo para evitar los defectos y aprovecharse de las ventajas de la goma elástica, protegiéndola interiormente por la composicion de Chatterton y al exterior por la gutta-percha. En el cable de Mr. Siemens el cordon conductor es de una forma casi cilindrica, por la adición de seis alambres delgados que se interponen en los huecos que dejan entre sí los que son de mayor diámetro.

Es tambien una cuestion muy importante el saber qué materia ofrece mas estabilidad; por de pronto y en opinion del que escribe, puede darse la ventaja á la gutta-percha, y lo prueba el hecho de que las antiguas compañías telegráficas siguen empleando la gutta-percha para sus nuevos cables.

La cuerda de cáñamo ó de estambre que se usa actualmente se hace por unas máquinas muy parecidas á las que sirven para fabricar el cordon conductor, con la ventaja de que la flexibilidad del estambre permite colocar las bobinas en la posicion que mas convenga. Para la fabricacion del cordon se emplean un gran número de hilos de estambres bien embreados, para evitar que se encorve ó se tuerza si alguno de los estambres se rompiese ó no estuviese tan torcido como los demás. En muchas de las manufacturas de cables submarinos se tuerce demasiado el estambre, especialmente cuando es

delgado y endeble; el cáñamo podria emplearse con ventaja para la cubierta exterior, pues protegeria y reforzaria el cable preparándole asf mejor para recubrirle con alambre de hierro. Las cubiertas antes y despues de estar unidas con el estambre, son demasiado endebles y susceptibles de estropearse por cualquier accidente que ocurra en la máquina; creo que podrian evitarse estos casos y que la construccion de una buena máquina al efecto es cuestion de no poca importancia. El estambre cubierto de alambre se conserva en buen estado debajo del agua durante mucho tiempo.

El procedimiento final de cubrir el cable con alambres de hierro, es parecido al que se usa para hacer cuerda de alambre, y las máquinas empleadas para uno de estos objetos pueden servir para el otro, con la adición de un guia para el cordon central. De todas las máquinas que se usan ninguna tuerce el alambre, como sucede en la fabricacion de las cuerdas del mismo.

Hasta aquí solo se ha descrito el cable submarino en su forma ordinaria, consistiendo en un conductor aislado cubierto de cáñamo y protegido por alambres de hierro. Vamos ahora á describir algunos otros de diferente especie entre los que se han usado ó propuesto.

En lugar de un cordon cubierto de gutta-percha, se incluyen á menudo varios alambres en un mismo cable, como por ejemplo, en el que se puso en 1854 entre Spezzia y Córcega. Este cable tiene seis alambres aislados, los que están ahora en muy buen estado, no habiendo sufrido ninguna averia de consideracion desde que se puso y estando siempre en constante trabajo. Los diferentes conductores aislados en este cable y en todos los semejantes, están cubiertos de gutta-percha y metidos en una cuerda de cáñamo generalmente bastante torcido. Los cables que atraviesan el canal de la Mancha son por lo regular de esta clase.

En el cable telegráfico del Atlántico sumergido en 1857, los alambres de hierro sencillos están reemplazados por cordones pequeños;

cada uno de ellos está formado por siete hilos del mismo metal y de 0,028 pulgada de diámetro; pero se vió que esto no era conveniente porque se oxidaban con rapidez.

Los cordones formados de alambres gruesos se emplean, sin embargo, á menudo para cubrir las amarrias de los cables telegráficos en la orilla, y casi puede decirse que son necesarios en los grandes cables porque le dan bastante flexibilidad. El cable de Holanda que debe ponerse ahora, y cuyos extremos pesan 19,6 toneladas por milla náutica, está protegido exteriormente en los extremos que han de atarse en la orilla, por cordones hechos de alambre de 0,220 pulgadas de diámetro, mientras que los alambres sencillos que cubren la parte restante del cable son de un diámetro igual á 0,357 pulgadas; no obstante, en los procedimientos de fabricacion se arrollaba el cable sin dificultad en un tambor de 7 piés de diámetro.

En el cable que hay entre Tolon y Argel, sumergido en 1860, los alambres de hierro exteriores fueron reemplazados por alambres de acero de 0,085 pulgadas de diámetro, cubiertos de unos cordones de cáñamo embreado. Aunque esta modificacion es conveniente por varios motivos, se ha abandonado porque los insectos marinos destruyen el cáñamo con gran rapidez, dejando los alambres completamente descubiertos. Se ha propuesto tambien cubrir los cables con cáñamo solamente, pero se ha desechado tambien este pensamiento, por no haber dado buen resultado los ensayos.

Sin embargo, un alambre cubierto solamente de gutta-percha se puso entre Varna y Balaklava (distante 300 millas) en 1855, durante la guerra de Crimea; este sencillo cable funcionó perfectamente durante nueve meses.

En el cable telegráfico propuesto por monsieur Allan, no se usa ninguna cubierta exterior de alambre; pero la gutta-percha que cubre el alambre es reforzada por una capa de pequeños hilos de acero, puesta sobre el conductor de cobre. No se sabe si este plan es

preferible á un sencillo cordon de cobre cubierto de gutta-percha; pues aunque es mas resistente, no tiene tan buenas condiciones eléctricas.

La rápida oxidacion de los alambres exteriores es tal vez el defecto capital de los cables ordinarios. Para evitarle, se puso en el cable de la isla de Man y en la de Wexford una capa de composicion bituminosa segun el plan presentado por Mr. L. Clark. El cable de la isla de Man fué pasado al través de la composicion derretida por el calor, y se creia que en algunos puntos estaria estropeado por haberse ablandado en su paso á través de la materia caliente. El cable de Wexford no se pasó á través de la composicion derretida, sino que fué bañado con ella, evitándose por este sencillo cambio un grave inconveniente. Esta manera de proteger los alambres de hierro está llamada á hacerse general.

Como medio de proteger los cables contra la oxidacion se ha propuesto tambien el cubrir los alambres de hierro de gutta-percha separadamente. Mr. Chatterton propuso un cable de esta clase para la nueva línea trasatlántica; la cubierta exterior era de cordones compuestos de tres hilos de hierro en lugar de un alambre sencillo; este pensamiento parece aceptable excepto en las costas.

Mr. Siemens en lugar de proteger los alambres de hierro los suprime completamente, sustituyéndolos por otra materia que considera de mas duracion. Se rodea al conductor de dos capas de cáñamo muy apretadas cubiertas á su vez por tres ó cuatro cintas de cobre ó de bronce de 0,01 pulgadas de espesor, y que aprietan tanto á las cuerdas de cáñamo que estas no pueden contraerse longitudinalmente despues de salir de la máquina. Con esta construccion se obtiene un cable muy delgado y fuerte; así es que un cable de un diámetro de $\frac{3}{8}$ de pulgada sostiene un peso de 15 quintales sin romperse, y solo se alarga de 0,8 por 100 de su longitud bajo un peso igual á la mitad del que se necesita para romperle. Mr. Siemens cree,

fundándose en lo que demuestra la experiencia relativamente á la cubierta de los buques, que el cobre ó bronce que cubre su cable será mucho mas durable que los alambres de hierro de los cables ordinarios; la experiencia sola puede decidir este asunto.

Para cubrir los cables con cintas metálicas se usan dos máquinas. Están colocadas una detrás de la otra y se mueven en sentido contrario cubriendo el cable de las capas distintas de cáñamo. El número de las bobinas en las dos máquinas está calculado de manera que cada capa aunque sea de diferente grueso ocupe el mismo sitio en la espiral. Cada cordon de cáñamo pasa al través de una polea que se halla entre la bobina y el disco por el cual pasa el cáñamo antes de enrollarse en el cable; cada una de estas poleas tiene un apéndice que sirve para torcer ó alargar los cordones. Un cable de un diámetro igual á $\frac{3}{8}$ de pulgada tiene dos capas de diez y seis hilos de cáñamo estando tendidos cada uno de estos hilos bajo una traccion de 8 libras. Frente á las dos máquinas forradoras mencionadas y moviéndose por distinta banda hay la máquina que cubre el cable con las tiras metálicas. Las cintas de cobre de bronce están enrolladas en bobinas como en las máquinas forradoras ordinarias; dichas cintas al desarrollarse están sujetas á cierto mecanismo, de una forma particular que se halla junto al conductor. Por este mecanismo depositan las diferentes cintas de tal manera que cada una de ellas monta sobre otra hasta una tercera parte de su anchura. Las cintas colocadas de esta manera formarían un cono en lugar de un cilindro, si no fuese por una série de rolletes á través de los cuales se hace pasar inmediatamente el conductor. Estos rolletes componen fuertemente la cubierta metálica dándole la forma cilindrica; un sencillo mecanismo regula la presión ejercida por estos rolletes. Resulta de esta fabricación un cable que es ciertamente de muy hermosa apariencia, pero su valor real solo podrá apreciarse en la práctica.

Con relacion á los defectos del alambre de

hierro ordinario debe observarse que se han hecho algunas suposiciones falsas. Se supone generalmente que los alambres enrollados en espiral al rededor de un conductor blando, deben alargarse tan pronto como sean comprimidos; se han hecho algunos ensayos para evitar esta supuesta dificultad sin que haya sido posible hasta ahora cerciorarse de que existe.

La hélice sencilla y abierta de un muelle se alarga disminuyendo su diámetro, pero cuando un cierto número de alambres están enrollados tocándose unos con otros, de manera que formen una cubierta sólida ó cilindro, como sucede en un cable telegráfico, el diámetro del círculo no puede disminuir aunque el interior del cable sea blando, y por consiguiente el único aumento de longitud que se verifica es debido á lo que da de sí el alambre, y tambien aunque poco al pequeño espacio que siempre queda entre los alambres. La experiencia parece demostrar que hay apenas diferencia entre el alargamiento de una varilla sólida y de un cable bien construido: en cuanto á resistencia es la misma para el cable que para el alambre que lo compone. El aislador no añade nada á la fuerza, pues el cable se rompe lo mismo que el alambre que le cubre bajo una traccion de uno por ciento.

La torsion de un cable, por el método usual de amontonarlo en rollos como sucede en los buques, ha sido mal comprendida, no cabe duda que se le tuerce cuando se pone en rollos, pero esta torsion desaparece cuando se le desarrolla y no tiene por consiguiente ninguna importancia.

El único inconveniente que tiene, en opinion del que escribe, el método de cubrir de alambres en espiral, aparece cuando se sumerge el cable sin peso suficiente para que llegue al fondo del mar. Entonces, como la presión se acumula, el cable queda libre mientras que las partes cercanas á la superficie tienen suficiente peso que llevar; de aquí se sigue que el cable se destuerce y se anuda. El número de vueltas del cable y de nudos depende de la presión

que haya en el fondo del mar. El aumento de longitud debido á lo que se destuerce es casi insignificante, excepto en estos casos no presentan nunca dificultad, y un cable que se sacó despues de tres años de sumergido en una profundidad de 1.500 brazas, fué hallado en tan buen estado como cuando se puso.

El cable ordinario cubierto de alambres de hierro puede ponerse sin inconveniente en sitios cuya profundidad no exceda de 1.000 brazas, pero mas allá deben emplearse alambres de acero para recubrirle. No se puede emplear el cáñamo á causa de los mencionados insectos marinos, que se hallan á todas las profundidades.

Resulta de todo lo observado con relacion á los cables submarinos que los pesados han tenido buen éxito, mientras que ha sucedido lo contrario con los ligeros; la tendencia actual es construir cables cada vez mas pesados, protegiéndoles contra la accion corrosiva de las aguas por alguna composicion. Debe observarse sin embargo, que todos los cables pesados, excepto el que une á Spezzia y Córcega, han sido sumergidos en aguas poco profundas, mientras que los ligeros se han echado en grandes profundidades: esto no quiere decir que no pueda tener buen éxito en tales sitios un cable ligero de otra clase. Las estremidades del nuevo cable que debe ponerse entre Holanda é Inglaterra son una bonita muestra de la mas pesada clase de cables cuya milla náutica pesa 196 toneladas: tiene dos capas de alambres, la primera que cubre el conductor se compone de 15 alambres de 0,220 pulgadas de diámetro revestidos de cáñamo, y la segunda de 12 cordones de tres alambres cada uno, cuyo grueso es tambien de 0,220 pulgadas: esta última se halla cubierta además con pez y cáñamo.

Para concluir observaré que no he tratado de hacer una relacion completa de las diferentes clases de cables telegráficos submarinos, ni he querido tampoco entrar de lleno en las ventajas ó inconvenientes de la clase mas

usual; mi objeto ha sido solamente llamar la atencion sobre aquellos puntos de la construccion que mas afectan á su duracion y buen uso.

EL SOL SEGUN LOS RECIENTES DESCUBRIMIENTOS
DE MM. KIRCHHOFF ET BUNSEN.

Análisis del Sol por la Química.

La ciencia acaba de traspasar los límites de una distancia que no osaria apenas recorrer la mas audaz cosmogonia, ni la fantasia mas caprichosa. La astronomia habia pesado y medido el sol; la quimica auxiliada de la fisica, haciendo hoy su análisis, nos enseña que la atmósfera solar encierra en el estado de vapor gran número de las sustancias de que se compone nuestro planeta, como el hierro, los metales que entran en la composicion de nuestros álcalis y de nuestras tierras, el potasio, el sodio, el estroncio, el calcio y el bario; nos enseña tambien que encierra cromo, níquel, cobre y zinc; pero que en cambio no contiene oro, ni plata, ni mercurio, ni aluminio, ni estaño, ni plomo, ni antimonio, ni arsénico, ni silicio, al menos en cantidad notable. Entre los metales á la vez terrestres y solares, hay que agregar el cesium y el rubidium, metales á yer desconocidos y que habian escapado á todos los procedimientos del análisis quimico ordinario. Estas afirmaciones de la ciencia son tan sorprendentes, que se caeria á primera vista en la tentacion de relegarlas sin exámen á los sueños de un Swift, que de moralista se hizo quimico, ó á las imaginaciones de un nuevo Micromegas; mas los trabajos de MM. Kirchhoff y Bunsen no contienen por cierto el mas minimo indicio de lo maravilloso. No son novelas mas ó menos ingeniosas, en que se discute sobre la pluralidad de los mundos habitables, en las que se confunden arbitrariamente las hipótesis con los hechos, ni los misterios cósmicos con las realidades del mundo sub-lunar. Los descubrimientos de los dos sábios alemanes están fundados en observaciones mas rigorosas y merecen figurar entre las mas bellas conquistas de las ciencias positivas. Su metodo á mas de indicar, en cierta manera, el modo de explorar el sol á larga distancia, ha enriquecido el análisis quimico con un procedimiento de investigacion de una delicadeza extremada y casi milagrosa. Se puede afirmar sin temor que con este método se rejuvenecerá la mineralogía y que tomará mas ensanche el dominio de la quimica, hasta el punto de permitirle ocuparse de

ciertos problemas considerados antes como insolubles. Interin se está á la expectativa del resultado de estos magníficos trabajos, queda ya obtenido lo que mas interesa á la filosofía de la naturaleza. Resulta demostrada la identidad entre las sustancias de que se componen el sol y la tierra, y puesta fuera de duda la unidad química de nuestro sistema planetario.

Este descubrimiento no es por cierto insignificante. El hombre ha considerado largos años como centro del mundo al pequeño globo escéntrico que habita, ha creído que no existía ningun lazo, ni relacion, entre su individualidad y la naturaleza mineral ú orgánica. Sabemos hoy que no diferimos materialmente en nada de lo que nos rodea y que somos laboratorios vivientes, por donde pasan todas las sustancias terrestres. En la actualidad, se demuestra que estas sustancias llenan todo nuestro sistema planetario; nos hallábamos ya unidos al animal, á la planta, al agua y al polvo, en una palabra, á lo infinitamente pequeño: lo estamos ahora al sol, á lo infinitamente grande.

Los alquimistas habian sospechado por instinto la unidad de composicion química del sistema planetario en virtud de ciertas ideas místicas, habian por lo menos establecido relaciones entre los diversos metales y los cuerpos que giran al rededor del sol, y no olvidaron nunca los astros en la investigacion del gran problema de la trasmutacion de los metales. Hay que ser indulgente con estas aberraciones del entendimiento humano, pues la verdad misma tiene á veces algo de tan extraño y mágico, que arrastra el pensamiento á la duda y al éxtasis. Muy pobre imaginacion tendria el que presenciara con indiferencia los experimentos de MM. Kirchhoff y Bunsen. La materia del sol analizada por medio de la luz que nos envia, lo mas sutil é inapreciable de todo lo que existe, convertido en el objeto de la mas rigurosa medida ¿no es suficiente para provocar nuestro asombro y admiracion? El químico deja penetrar un rayo solar en su cámara oscura; y tranquilamente con toda comodidad, compara las llamas artificiales con la llama que inunda el universo y que nos envia el calor y la vida á distancias que no puede apreciar nuestra imaginacion. De esta comparacion llega á deducir una teoria completa sobre la constitucion física y química del sol, sobre los fenómenos grandiosos que en este astro se verifican, y sobre las manchas que han sido descubiertas en el por los astrónomos.

Los recientes trabajos de MM. Kirchhoff y Bunsen están fundados en el análisis de la luz solar. Analizar es descomponer, mas solo lo que no es simple es susceptible de descomposicion. La luz solar, con efecto,

no es una luz simple: un rayo, por ténue que se le suponga, si atravesando el ojo de una aguja ú otra cualquiera abertura infinitamente mas pequeña, no es homogéneo, se halla compuesto de una infinidad de rayos diversamente coloreados, pero que reunidos en un haz, componen lo que llamamos la luz blanca. Basta dirigir la vista á nuestro alrededor para comprender que la luz del sol encierra todos los colores: el mundo variado que nos rodea no es un dibujo, es un cuadro. Si la luz solar fuese simple, todos los objetos nos parecerian con simples contrastes de sombra y claridad, como las fotografías: el mayor encanto de la naturaleza quedaria destruido. El color no pertenece á los objetos, puesto que oculto el sol debajo del horizonte, todos los colores se desvanecen en las mismas tinieblas.

¿No habria medio de descomponer el rayo solar, que há poco considerábamos atravesando el ojo de una aguja, de manera que queden separados los rayos coloreados que le componen? nada es mas fácil; basta hacerlo penetrar en un prisma de cristal en que los diversos rayos se quiebran con desigualdad. Este fenómeno de la refraccion, que se produce siempre que los rayos luminosos pasan de una sustancia á otra, explican todos los juegos de luz que se producen en el agua, en la atmósfera y en todos los medios transparentes. A Newton debemos la primera explicacion de este hecho.

Colocándose en un aposento del todo oscuro, en que solo penetre la luz por una hendidura muy pequeña practicada en la ventana, se interrumpe con un prisma de cristal la via luminosa que penetra por esta hendidura y á una distancia de algunos piés, se dispone una hoja de papel frente al prisma. Los diversos rayos que componen la luz blanca no se refractan del mismo modo á su paso del aire al cristal y al abandonar el cristal para atravesar de nuevo el aire: por consiguiente, en vez de una linea luminosa blanca, se estampará en el papel un rectángulo cubierto de fajas diversamente coloreadas. Newton observó en ellas los siete colores principales siguientes: violado, indigo, azul, verde, amarillo, naranjado y rojo; en realidad, los colores se unen los unos á los otros con una insensible y armoniosa transicion. Al desarrollo de este plano luminoso se ha dado el nombre de *espectro solar*, denominacion poco acertada, pues la idea de un espectro no coincide ciertamente con la de un abanico luminoso cuyas tintas no podrian nunca ser reproducidas en la mas rica paleta. Las fajas coloreadas del arco-iris no son mas que un espectro solar muy pálido y debilitado, producido por la refraccion de los rayos en las gotas de la lluvia y los juegos de

luz que se observan con admiracion en los glóbulos de jabon dan una idea mas exacta del resplandor del espectro obtenido en la cámara oscura.

(Se continuará.)

JUAN MANUEL DE FERRER.

PILAS VOLTAICAS POR G. B. PRESCOTT.

PILA DE WOLLASTON.

Pila sencilla de cobre y zinc. La pila sencilla de cobre y zinc no es constante, porque la fuerza electromotriz es considerablemente modificada por la polarizacion del disco de cobre debida á la corriente misma. Puggendorff halló que la fuerza electromotriz del elemento cobre y zinc sumergido en ácido sulfúrico diluido, era igual á 13,8 antes de haber sido modificada por la polarizacion, mientras que la fuerza del elemento de Grove es igual á 22,9.

Suponiendo que la fuerza electromotriz de una pila Grove sea de 800 refiriéndose á la unidad química, la misma fuerza, antes de ser modificada correspondiente á la pila de cobre y zinc, seria 500 de la misma unidad. Pero segun nuestros experimentos, cuando la corriente empieza, la fuerza electromotriz del elemento cobre y zinc es solamente de 208, despues por la polarizacion la fuerza queda reducida á las dos quintas de su valor primitivo, y esto explica por qué despues de la inmersión la corriente es muy fuerte disminuyendo luego rápidamente. Una vez que la polarizacion ha llegado á su máximo, la corriente permanece sensiblemente constante ó al menos este es el resultado de una medicion exacta.

La razon de no ser constantes las pilas de un liquido debe atribuirse á la polarizacion del disco negativo: se evita en lo posible este inconveniente en las pilas llamadas de corriente constante. Sin embargo, la fuerza de una pila de corriente constante disminuye si el circuito permanece mucho tiempo cerrado, porque el liquido cambia gradualmente, el ácido sulfúrico diluido se convierte progresivamente en una disolucion de sulfato de zinc. Un cambio semejante en la naturaleza del liquido se verifica en toda clase de pilas de corriente constante sin excepcion alguna, y solo se puede evitar este inconveniente renovando el liquido de cuando en cuando. Podria hacerse una modificacion para que la pesada disolucion de sulfato de zinc saliese de la parte mas baja del vaso y fuese reemplazada por el ácido sulfúrico.

Hay una circunstancia que obra de una manera completamente mala en todas las pilas que no tienen vasos porosos, y esta es que como la corriente descompone la disolucion de sulfato de zinc, se deposita zinc metálico en el disco negativo, de donde se sigue una disminucion cada vez mas grande en la corriente.

La constancia de la corriente de una pila depende principalmente de su fuerza. Las corrientes débiles, como por ejemplo, las que se obtienen usando ácido sulfúrico muy diluido, permanecen constantes durante algun tiempo si hay resistencia en el circuito, mientras que usando ácido sulfúrico mas fuerte y disminuyendo la resistencia del circuito, la corriente disminuye de una manera mucho mas rápida. De aqui se sigue, que si se deseara comparar la constancia de diferentes pilas se deberia usar el mismo ácido, cuidando tambien que la resistencia fuese la misma. Muchos errores se han cometido relativos á la constancia de las pilas por no tener presentes estas condiciones.

Se dice que las pilas formadas de discos de cobre y zinc sumergidos en la tierra húmeda son muy constantes. Sin embargo estas pilas solo dan corrientes muy débiles, porque la resistencia que encuentra la electricidad para pasar de un disco á otro es muy grande. Es por lo tanto evidente que la corriente de esta pila permanecerá constante mas tiempo que si los discos estuviesen sumergidos en un liquido ácido.

PILA DE SMEE.

Esta pila ha sido muy celebrada en varias ocasiones; se aseguraba que producía corrientes muy fuertes y que era mas constante que cualquiera otra pila de un liquido. No se hicieron experimentos, sin embargo, para sostener esta opinion y tampoco la he encontrado confirmada en ninguna parte.

El cobre de la pila de Wollaston ha sido sustituido en la de Smee por el platino ó por la plata cubierta de una capa delgada de este metal. Esta capa se produce sumergiendo la lámina de plata perfectamente limpia, en una disolucion de cloruro doble de platino y de potasio, el polo negativo de una pila de corriente débil se halla en contacto con la lámina y el positivo está sumergido en la disolucion. El platino se deposita en la lámina del polo negativo. Si el polo positivo fuese tambien de platino, este seria atacado por el cloro y la disolucion estaria siempre saturada.

La lámina cubierta de platino se coloca en la pila de Smee á la distancia de una linea poco mas ó menos de las láminas de zinc. El espesor de estas es solamente de unas tres cuartas partes del de la lámina de

platino. No sabemos qué ventajas producirá esta disposición. La pila que sirvió para nuestros experimentos no estaba arreglada de esta manera, pues tenía un disco de plata cubierto de platino.

Esta pila es menos constante que la de Wollaston y produce en la aguja variaciones mas grandes.

Suponiendo que sea el término medio para la cuestión que la declinacion sea de 26° para el alambre de cobre $12,25$ y para el de bronce $5,95$, la fuerza electromotriz del elemento de Smee es $21,2$, fuerza apenas mayor que la del elemento de Wollaston que como hemos visto es de 208 . Para superficies iguales, la resistencia de los dos elementos es sensiblemente la misma. No puede deducirse de estos experimentos que la pila de Smee tenga ninguna superioridad sobre la de Wollaston. Todavía no se ha determinado si el disco de platino da mejor resultado que el de plata cubierto de aquel metal.

Pila de cobre y zinc á dos líquidos. Si se sumerge el cobre de una pila, cuyos elementos se componen de aquel metal y de zinc, en una disolucion de sulfato de cobre en la que se halla un vaso poroso lleno de ácido sulfúrico diluido, quedan evitados en gran parte los malos efectos de la polarizacion, la fuerza electromotriz es mayor que en la pila ordinaria de cobre y zinc y la fuerza de la corriente es constante.

La fuerza electromotriz de la pila de Daniell es $E=470$. De los experimentos de Svanberg, parece resultar que esta fuerza varia muy poco con la naturaleza del liquido. Estando el cobre constantemente sumergido en una disolucion de sulfato de cobre y el zinc en varios líquidos sucesivamente, se hallaron los siguientes valores para la fuerza electromotriz:

Para una disolucion concentrada de sulfato de zinc.....	15,6
Para la misma mas diluida.....	15,9
Para una disolucion concentrada de sulfato de cobre.....	16,6
Para la misma mas diluida.....	16,2
Para el agua poco acidulada.....	16,5
Para el agua mas cargada de ácido.....	16,7

La pila de Daniell es tal vez la mas constante de todas, lo cual es debido en parte á que el ácido se gasta con menos rapidez, puesto que el ácido que ha quedado libre por efecto de la descomposicion del sulfato de cobre pasa al través del vaso poroso con bastante lentitud.

La pila, para que produzca todo el efecto de que es susceptible, debe emplearse segun la naturaleza del trabajo que se quiere conseguir. Si es solamente para mover una aguja magnética rodeada de fino alambre,

se puede hacer uso de la modificacion mas sencilla de la pila, por ejemplo: una pila compuesta de vasijas que contengan los discos de cobre y de zinc, sumergidos en ácido sulfúrico ó sulfato de alumina. Si por el contrario se quiere una corriente que produzca poderosos efectos mecánicos, en una estacion distante, se necesitan pilas galvánicas de mucho poder tales como la de Daniell ó de Grove.

PILA DE GROVE.

Segun nuestros experimentos, la fuerza electromotriz de esta pila es de 829 , en medida química. Otros observadores han determinado su fuerza, pero no de una manera absoluta sino comparándola con la de una pila de Daniell. Haciendo la fuerza electromotriz de esta última igual á 1 , tenemos para la de Grove los siguientes valores:

Por Jacobi.....	1.666
Por Buff.....	1.712
Por Puggendorff.....	1.668
Segun nuestros experimentos.....	1.563

Término medio..... 1.653

Suponiendo que la fuerza de la pila de Daniell, en medidas químicas, así como la he determinado yo, sea igual á 470 , tendremos para la de Grove $470 \times 1,653 = 777$, mientras que yo he hallado directamente que la fuerza electromotriz de esta pila es de 829 ó sea próximamente en $6\frac{1}{2}$ por 100 mayor.

Los observadores arriba mencionados no hicieron ninguna comparacion, entre la resistencia de la pila de Daniell y la de Grove. Esta comparacion solo podria ser, sin embargo, para una pila conocida, puesto que la fuerza de esta cambia con la naturaleza de los vasos porosos y depende tambien del grado de concentracion del liquido.

Cuando se usan pilas de Grove para los telégrafos, acontece á menudo que el ácido nítrico penetra en los vasos porosos y ataca el zinc tan poderosamente que se le tiene que amalgamar todos los dias. Se dice que echando en el ácido sulfúrico diluido cristales de sal de Glauber queda remediado este inconveniente. Esto es debido probablemente á que la sal se descompone y se forma nitrato de sosa, desapareciendo por lo tanto el ácido nítrico libre.

SOBRE LA CONDUCCION DE LA ELECTRICIDAD AL TRAVÉS DE LOS CUERPOS DIALECTRICOS.

Cuando uno de los polos de una pila está en comunicacion con la tierra y el otro se pone en contacto

con un alambre submarino cuyo extremo está en el aire ó aislado, se observará invariablemente una corriente, si se pone un galvanómetro bastante sensible en el imperfecto circuito que entonces se forma. Esto lo pueden observar los telegrafistas, porque la intensidad de la corriente en cuestión, en el caso de las líneas terrestres, es la medida de la pérdida en el circuito principal y sirve para indicar la presencia y naturaleza de las averías. No es necesario, sin embargo, que exista una avería para poder apreciar esta corriente. Como que el aislamiento de la línea no puede ser perfecto, técnicamente hablando, pues la gutta-percha y la goma elástica no aíslan perfectamente, sino que son como todas las otras sustancias algún tanto conductores, se forma necesariamente un circuito, en parte metálico y fluido, y en parte compuesto de la sustancia aisladora. El fenómeno demostrado en este circuito particular no ha sido estudiado hasta aquí y sería sin duda de gran interés investigar su naturaleza y modo de producción.

Considerando el vaso de tierra de una pila como un electrodo, el alambre aislado como el otro electrodo y el fluido que hay entre ellos como un electrolito, se tendrá una disposición análoga á la de un circuito en el que se hallaría interpuesto un voltámetro del cual uno de los electrodos estaría cubierto de cierto espesor de materia aisladora. Es, sin embargo, difícil, si no imposible, representar en pequeña escala las condiciones de un circuito telegráfico en el cual la cubierta aisladora ofrece comparativamente poca resistencia. Con pilas de mucho poder, la cubierta del electrodo del voltámetro si no es de muy considerable espesor, queda destruída, mientras que bajo otras circunstancias la corriente producida es casi inapreciable, y las consecuencias de la acción electrolítica, suponiendo que se verifica, solo aparecen después de trascurridas varias semanas. Ninguno de los experimentos que tengan por objeto determinar los puntos mencionados puede por consiguiente hacerse en grande escala.

La gutta-percha y la goma elástica, siendo algo conductores, sería necesario saber si conducen á la manera de los metales ó si se parecen á los conductores electrolíticos, y son por consiguiente descompuestos por el paso de la electricidad. En el primer caso la superficie de cualquiera de estas materias puede constituir un verdadero electrodo, presentándose á nosotros con el curioso fenómeno del desarrollo del polo positivo ó negativo de un electrolito de un cuerpo dieléctrico. Además, cuando el cable submarino forma el polo positivo del circuito antes descrito, el alambre estará, en este caso, protegido de la oxidación, y quan-

do constituya el polo negativo, el desprendimiento de hidrógeno, suponiendo que se verifique, tendrá lugar á la superficie externa del aislador y de ninguna manera en la superficie del metal. Si por el contrario la gutta-percha y la goma elástica conducen como los electrolitos y podemos suponer que su poder conductor es debido al agua de composición que contienen en su estado ordinario, podremos esperar, no solamente que las materias quedarán modificadas por el paso de la corriente, sino también que el cobre se oxidará algún tanto cuando constituya el polo positivo, y que el hidrógeno se desprenderá de su superficie cuando el metal forme el polo negativo de la pila.

Podemos quizás evitar el aparente dilema que se presenta bajo estas hipótesis, suponiendo que el paso de una corriente tan débil como la que se verifica en un circuito telegráfico cuando el alambre está en el aire en la estación receptora puede ocurrir sin la producción de ningún efecto electrolítico. Se presentan, sin embargo, algunas dificultades en esta suposición. Verdad es que el profesor Faraday ha marcado una excepción á la ley general enunciada por él, de que el paso de una corriente continua al través de un electrolito, durante un tiempo dado, es acompañada de un aumento de acción electro-química que es con aproximación, si no rigurosamente proporcional á la fuerza de la corriente, creo sin embargo, que la excepción no es aplicable al caso en que nos encontramos. Está demostrado por este filósofo, que varios electrolitos pueden, sin experimentar una descomposición constante, conducir una corriente continua, cuando la fuerza electromotriz de la pila es inferior á un cierto límite, siempre que el electromotor sea incapaz, bajo cualquier circunstancia, de producir la electrolización del fluido interpuesto en el circuito. Esta es en nuestra opinión la única excepción que se haya hecho á la ley general. No ha sido demostrado que cuando la fuerza electromotriz de un aparato voltaico, es suficiente para efectuar la descomposición del agua, la reducción de la intensidad de una corriente, por la interposición de un aumento de resistencia en el circuito pueda motivar las condiciones bajo las cuales una corriente puede atravesar un electrolito sin efectuar su descomposición.

Sin embargo, creemos que puede demostrarse claramente que estas condiciones se obtienen cuando la resistencia interpuesta es la de un dieléctrico, pero por ahora queremos dejar este punto á la consideración de aquellos de nuestros lectores que estén versados en la teoría del circuito inductor. Puede sin embargo observarse que cuando no existe ningún defecto en el aislamiento de la línea, la corriente mencionada al principio de este artículo parece ser en muchos casos

poco adecuada para efectuar la descomposicion del agua con solo atravesar el voltámetro.

En cuanto al modo de verificarse la conduccion al través de los materiales comunmente empleados para aislar los alambres submarinos podemos concluir que es generalmente análogo al que se presenta en el mismo fenómeno para el caso de los cuerpos que, como el azufre, no pueden ser considerados como electrolíticos. Existen excepciones de las que probablemente la goma de *Para* sin trabajar nos ofrece un ejemplo, pero por regla general la gutta-percha y el caucho no mejoran por la fabricacion, mas bien se deterioran por la primera desecacion cuyo objeto es quitarle el agua. La condicion bajo la cual esta composicion ó

sus elementos pueden existir en estos dialéctricos, da un extenso campo á las investigaciones.

La mayor parte de las gomas resinosas se componen esencialmente de hidro-carbonatos; sabido es que pueden absorber una cierta cantidad de agua; y parecen tener mas estabilidad con este cuerpo que no puede ser completamente eliminado sin detrimento del poder aislador de las materias.

(The electrician.)

Editor responsable, D. ANTONIO PEÑAFIEL.

MADRID: 1863.—IMPRENTA NACIONAL.

MOVIMIENTO DEL PERSONAL

DURANTE LA PRIMERA QUINCENA DEL MES DE NOVIEMBRE.

TRASLACIONES.

CLASES.	NOMBRES.	PROCEDENCIA.	DESTINO.	OBSERVACIONES.
Oficial.....	D. Luis Leon Gutierrez..	Trujillo.....	Zafra.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Julian Palenzuela...	Cádiz.....	Salamanca..	Accediendo á sus deseos.
Telegrafista.....	D. Felipe Santiago Montero..	Rioseco.....	Zamora.....	Idem id.
Idem.....	D. Vicente del Corral....	Avila.....	Baños.....	Idem id.
Idem.....	D. Manuel Canals.....	Badajoz....	Trujillo.....	Idem id.
Idem.....	D. Nicasio Becerra.....	Trujillo.....	Béjar.....	Idem id.
Idem.....	D. Victor Tejada.....	Idem.....	Plasencia..	Idem id.
Idem.....	D. Victor Plaza.....	Avila.....	Idem.....	En concepto de Oficial interino.
Idem.....	D. Antonio Alcalá.....	Escuela.....	Oviedo.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Mariano Ulled.....	Irún.....	Hijar.....	Idem id.
Idem.....	D. Salvador Lasala.....	Calatayud..	Tafalla.....	Idem id.
Idem.....	D. Arcadio Roda.....	Escuela.....	Pajares.....	Idem id.
Idem.....	D. Salvador Romo Jarro..	Trujillo.....	San Rafael..	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Luis Iglesias.....	Lórida.....	Central.....	Interinamente.
Idem.....	D. Juan Antonio Martinez.	Escuela.....	Santander..	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Luis Nuñez.....	Zamora.....	Peñafiel....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Miguel Lopez.....	Villaviciosa.	Rioseco.....	Idem id.
Idem.....	D. Juan Barbero.....	Segovia.....	Avila.....	Idem id.
Idem.....	D. Manuel Herrera.....	Idem.....	Idem.....	Idem id.
Idem.....	D. Mariano Garcia.....	Santa Cruz..	Trujillo.....	Como Oficial interino.
Idem.....	D. Lúcio Angel Perez....	Puerto.....	Sevilla.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Francisco Sanchez....	Escuela.....	Morella.....	"
Idem.....	D. José Casado y Forte..	Vergara.....	Irún.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Julian Lúcio Quiroga..	Irún.....	Vergara.....	Accediendo á sus deseos.