

Abreu y Souza se encargó de la administracion, y hay fundadas esperanzas de que aumenten porque la circulacion crece y se van haciendo las reducciones necesarias en los gastos.

Camino del Norte. Se espera que en breve dé principio el proyecto de la línea de Oporto á Vigo. Los ingenieros portugueses están dispuestos á marchar. Esta empresa que tiene adversarios en el comercio de Oporto empieza á ser popular en aquella ciudad y en toda la provincia del Miño.

Del camino de hierro de Lisboa á Oporto es seguro que Mr. Petto organizará una compañía inglesa á la cual traspasará el contrato. Este género de especulaciones son poco ventajosas á los países que á falta de confianza en sí mismos solo juzgan encontrarla en los extraños.

Camino del Oeste. Se ha dicho que el pequeño camino de Cintra se hace por cuenta del duque de Rianzares: el número de trabajadores empleados en él es muy corto.

(Revista peninsular-ultramarina.)

A. MONTERDE.

PUENTE COLGANTE Y ARMADO.

DE HAPER'S FERRY, EN LOS ESTADOS-UNIDOS.

Este puente se ha construido en 1852, en el ferro-carril de Baltimore al Ohio, por el proyecto del ingeniero Wendel Bollman.

La luz del puente es de 124 pies, y el suelo está sostenido por siete viguetas, distantes $15 \frac{1}{2}$ pies entre sí y del paramento de los estribos. Cada una de ellas está sujeta por un estribo de hierro, terminado superiormente por un pasador horizontal, y de uno á otro, y en el espesor de la vigueta, van unas piezas de hierro huecas que impiden su aproximacion y dan rigidez al piso. Los carriles se apoyan en las viguetas por medio de largueros cubiertos por la tablazon.

Cada vigueta está sostenida principalmente por dos tirantes de hierro forjado, dirigidos uno á cada estribo, en cuya coronacion se atornillan en una placa de hierro fundido. Los cuatro tirantes mas cortos, que van al estribo inmediato (*acting rods*), se componen de dos barras con una sola soldadura en su longitud, un ojo en la parte inferior y una rosca en la superior; su seccion trasversal varia desde 2,46 pulgadas cuadradas á 4,31. Los tres mas largos, que van al estribo mas distante (*counter-rods*) se componen tambien de dos barras con

dos articulaciones en su longitud y un eslabon con tuerca para templar su tension, y su seccion es de 2,5 á 4,5 pulgadas cuadradas. La altura de la coronacion del estribo sobre el suelo es de unos 18 pies, y de esta misma son unas columnas de hierro verticales que abrazan el pasador del estribo de cada vigueta y van á unirse por el extremo superior á una línea horizontal de codales de hierro fundido, que se apoya por sus dos extremos en los vértices de los estribos, en donde se ensamblan los tirantes, impidiendo la aproximacion á que estos les solicitan, por su resistencia á la compresion. Estos codales son octogonales por fuera, circulares por dentro, de un pie de diámetro y una pulgada de espesor medio, la longitud de cada uno es de $15 \frac{1}{2}$ pies y están empalmados con espigas. Las aristas de las uniones están redondeadas para permitir el juego en la oscilacion del puente.

El alzado queda así dividido en rectángulos formados por el piso, las dos columnas y el codal, y para asegurar mas la rigidez hay en cada uno dos tirantes de hierro dulce en diagonal, de 22 pies y 9 pulgadas de largo y una pulgada de seccion, con un anillo de tension cerca del extremo superior.

El peso de hierro fundido empleado es 65 137 libras, y el forjado 35 527, y de madera unas 60 000.

En una prueba hecha para ensayar la rigidez de esta obra, se hicieron pasar tres grandes máquinas cargadas con sus tenders llenos, que pesaban 156 toneladas y se encontró que la mayor flecha no pasaba de $1 \frac{3}{4}$ pulgadas en el centro y $\frac{9}{16}$ pulgadas á 16 pies de los extremos, aun cuando se llegó á pasar una vez con la velocidad de 8 millas por hora.

A pesar de esto, un sistema tan complicado ha de quedar muy inferior al ordinario cuando se aplique á luces mayores, en que las oscilaciones son mas estensas.

EDUARDO SAAVEDRA.

SOCIEDADES CIENTIFICAS.

INSTITUTO

DE INGENIEROS CIVILES DE INGLATERRA.

Sesion del 21 de abril.

Se leyó una memoria sobre *la aplicacion del electro-magnetismo como fuerza motriz*, por ROBERTO HUNT, F. R. S.

El autor empieza por referir los progresos de

las investigaciones por las cuales Oersted probó primero la conexión entre la electricidad y el magnetismo y que condujeron á Sturgeon á construir el aparato electro-magnético. La potencia de la fuerza eléctrica en esta forma, desarrollada temporalmente en el hierro dulce, dió naturalmente la idea de emplearla para producir un movimiento mecánico, ó sea un *trabajo*. Despues describe los fundamentos de las máquinas electro-magnéticas de varios autores, y demuestra la ineficacia de las que obran por accion directa, lo cual condujo á Jacobi á emplear las que producen desde luego un movimiento de rotacion, de lo que se hizo una prueba en el Neva, llevando un bote con diez ó doce personas á la velocidad de tres millas por hora. La máquina de Page y la de Hjorth, consisten en un émbolo que se atrae y repele alternativamente en un cilindro, lo cual se cree mas eficaz que la rotacion de ruedas ó discos. Despues de estas descripciones generales, el autor esplica las dificultades que se presentan para la aplicacion de este motor, segun resulta de experimentos hechos por él y por otros.

En primer lugar hizo notar que la pérdida de fuerza con el espacio era muy grande, y que la fuerza de un iman no debia graduarse por la que puede dar á una distancia pequeña de sus polos. En segundo lugar, suponiendo que la fuerza ejercida por dos imanes á pocas líneas de distancia, sea útil para mover una máquina, en cuanto empiecen á moverse los imanes uno enfrente de otro habria una gran pérdida de fuerza, que será mayor á medida que aumente la velocidad. En tercer lugar considerando las condiciones de una batería voltáica, se esplicó detenidamente la generacion de la electricidad, el modo como pasa de una placa á otra, la pérdida de fuerza que experimenta por la resistencia que ofrece el paso de un sólido á un fluido y viceversa. Insistió en la imposibilidad presente de utilizar la electricidad química con la forma de la batería voltáica, y todo el estudio debe dirigirse á asegurar toda la electricidad desarrollada por cualquier cambio de forma en la materia. El autor sienta como principio que en toda produccion de fuerza mecánica hay un cambio de forma en la materia, que viene á gastarse como agente útil. En el movimiento producido por la electricidad, el elemento que cambia de forma es uno de los agentes sólidos empleados en la batería, y el liquido escitante el elemento gastado.

Un equivalente de materia al cambiar de forma

produce un equivalente de fuerza que se puede utilizar; pero como hay una relacion constante entre la proporcion química de combinacion de cualquier elemento y su capacidad para producir trabajo mecánico, la cuestion de la aplicacion de la electricidad como fuerza motriz se reduce á averiguar la cantidad de trabajo producida respectivamente por el carbon en un hornillo y por el zinc ó el hierro en una batería. Se ha probado por experimentos que 6 granos de carbono en el combustible producen la misma fuerza que 32 granos de zinc en una batería, y que bajo las condiciones mejores posibles el mismo resultado se obtiene que usando 6 libras de antracita, el combustible mas carbonoso, que por la conversion de 32 libras de zinc en óxido en una batería. Otra comparacion se deduce de que 32 libras de zinc quemadas en un horno producen y desarrollan precisamente la misma cantidad de calor que 6 libras de carbon de piedra. Sea, pues, que se produzca la fuerza por la combustion en un horno ó por un cambio electro-químico, el trabajo obtenido es el mismo, lo que conduce á una gran ventaja económica del vapor sobre la electricidad.

Abierta la discusion en la sesion del 28, se hizo notar que las investigaciones de Mr. Joule no son bastante conocidas de los hombres teóricos ni de los prácticos. Este fisico, junto con el Dr. Scoresby construyó una máquina electro-magnética, movida por una pila de Daniell, que da mas del 50 por 100 del trabajo teórico, pues este es de 145 libras á un pie por cada grano de zinc, y la máquina da 80; y de sus repetidos experimentos se puede deducir que mientras no se encuentre un modo de producir la electricidad mucho mas barato que la batería ordinaria, las máquinas electro-magnéticas no podrán reemplazar á las de vapor, pues el carbon es mas barato que el zinc. En efecto, aun suponiendo que se aproveche hasta el 75 por 100 del trabajo teórico, una pila de Daniell de las mas perfectas gastará 2 libras de zinc por hora y por caballo de fuerza, en lo cual algunas máquinas de vapor gastan 20 libras de carbon. Ademas, en esta última clase de máquinas, la teoria de Joule hace ver que el trabajo de la combustion del carbon es ocho veces mayor que el que se aprovecha, y que una máquina de vapor perfeccionada convenientemente podria duplicar á este, lo que abre un campo mas vasto á las investigaciones.

Los conocimientos propios del autor en esta materia proceden de los experimentos que hizo en Falmouth para la comision imperial de Rusia y pa-

ra algunos comerciantes de cobre de Swansea, pues se creía que aunque este motor fuese treinta veces mas caro que el vapor, seria mas conveniente para los buques del comercio del cobre con la América austral.

Segun lo dicho y las observaciones del profesor Botto, de Turin, resulta que el coste de cada caballo de fuerza en veinte y cuatro horas seria 1 libra esterlina, 16 shel. 10 $\frac{1}{2}$ din. Este precio no podrá bajarse mientras no se encuentre el medio de producir la electricidad con materias en bruto, ó no manufacturadas, como carbon y agua, ó carbon y aire, y aun cuando se sabe que en la combustion del carbon aparece electricidad, estamos muy distantes de poderla utilizar en una corriente. Hasta ahora apenas se ha podido hacer obrar al carbon en una bateria como elemento positivo, sin duda porque despues de combinarse con dos equivalentes de oxigeno no es electro-lítico.

Tanto como el origen de la fuerza importa la forma de la máquina, que puede referirse á tres tipos. El primero fundado en el principio de la suspension, ó sea de producir y detener el magnetismo, usado en los aparatos de dal Negro y de Botto; el segundo se funda en la inversion de la polaridad y fué adoptado por Ritchie y despues por Jacobo; y el tercero consiste en desviar la aguja con un circuito, segun el principio del galvanómetro, adoptado por primera vez por Petrie. Todas las máquinas grandes que se han construido han sido de las dos primeras especies, especialmente de la segunda que se ha encontrado ser la mejor. De esta era la del bote antes referido, que hizo ver que era tan costosa esta locomocion, que por ahora no se podrá pensar en utilizarla mas que cuando el vapor sea peligroso ó se haya de economizar espacio.

Se cree que la forma del iman se debe variar, ensanchando los polos para disminuir la pérdida de fuerza, lo cual parece debido á la generacion de una corriente inducida por el movimiento del aparato, que se opone á la principal. Tambien se ha propuesto envolver al electro-iman en un circuito de alambre aislado de la bateria, en el que se produciria una corriente que podia pasar á otro electro-iman.

Se mencionaron luego los resultados obtenidos con varios aparatos. Uno con un electro-iman en herradura fijo y una barra magnetizada recta giratoria, con una bateria de Daniell, levantó 3 libras á 1 pié de altura en un minuto, consumiendo una

onza de zinc en 8 horas. Esta barra tomaba y dejaba el magnetismo con mas rapidez si se componia de muchas placas de hierro. El conmutador era de plata para evitar la oxidacion. Con esta máquina se hiló algodón, pero en mayores dimensiones producía poco efecto. En ella se puede invertir el magnetismo en menos de una milésima de segundo, sin lo cual no se puede obtener trabajo.

Se describió otra máquina en que un árbol accionado de hierro era atraído alternativamente por dos electro-imanes, ó dos pares. Esta máquina hacia 4 000 revoluciones por minuto sin resistencia y 1800 á 2 600 cuando mejor cargada estuvo; y levantó 21 libras á 1 pié en un minuto con seis baterías de Smee.

Otra máquina que consistia en un gancho de hierro ó disco dentado, envuelto en una cinta de cobre, y girando sobre otro disco semejante, levantó 21 libras á 1 pié por minuto, con dos baterías de ácido-nítrico y carbon de Lemolt.

Estos resultados muestran que el coste de electro-magnetismo es enorme comparado con el del vapor, pues aun cuando un átomo ó equivalente de zinc oxidado pueda producir el mismo trabajo que otra de carbon, el coste de la primera es dos ó trescientas veces mayor.

Se dijo que en la produccion de toda fuerza se debe atender al cambio de materias, ó nueva atraccion de que resulte el fenómeno. En la máquina de vapor se crea la atraccion entre el carbon y el oxigeno del aire; en la bateria entre el zinc y oxigeno del agua. Aun cuando se pudiera vender al mismo precio que ahora el sulfato de zinc que resulta, siempre tendria ventajas el carbon. Aun cuando se ha probado el uso de los hidro-carbones para el polo positivo de la bateria, no se ha obtenido resultado. A pesar de todo, hay que reconocer en las baterías dos ventajas; la primera que pueden obrar á grandes distancias, y la segunda la continuidad de la accion. Por esto aunque sea caro este motor, deben mirarse con grande aprecio los adelantos que en él se hagan, pues se ven sus preciosas aplicaciones al telégrafo eléctrico, y al mismo se debe la caída de la bola en Deal, que sirve para arreglar los cronómetros de la marina mercante, y la marcha de los relojes de varios establecimientos de Londres. (1)

(1) En Jerez de la Frontera, los relojes públicos, los de la estacion del ferro-carril, y alguno particular están regidos por un solo motor eléctrico, establecido por el ingeniero D. Angel Mayo.

Después se sostuvo que el objeto principal que debía conseguirse era producir la desviación á distancias no tan pequeñas como de ordinario, y que en este punto se había llegado á obtener á un pie de distancia el efecto que antes se obtenía á una fracción de pulgada, dando una presión de 18 libras en una superficie de 20 pulgadas de diámetro, pero que disminuía mucho cuando se le hacía tomar cualquier velocidad. Además se dijo que en la evaluación del coste del trabajo eléctrico no había que contar el ácido nítrico, porque se podía regenerar sencillamente.

Hecha una comparación del coste de diferentes motores, se dedujo que por cada shelin de gasto, el número de libras que se podían elevar á un pie en un día era para

el hombre.	600 000
el caballo.	3600 000
el vapor.	56000 000
-el electro-magnetismo.	900 000

Se explicó que la disminución de la fuerza magnética con el espacio establecida en la memoria, se ha deducido de un gran número de experimentos hechos con imanes de formas muy variadas. El pensamiento de rodearlas de un circuito aislado para utilizar la corriente indebida ya fue probado por Hjorth y hubo de ser abandonado por ineficaz. Respecto de la relación entre el calor y el efecto mecánico se citaron los profesores de Inglaterra y del extranjero que han confirmado lo dicho por Mr. Joule.

Se dijo que en Francia duraba todavía la ilusión de que las máquinas electro-magnéticas pudieran reemplazar á las de vapor. Hace quince años ya que se ha probado experimentalmente que el calor emitido por un circuito voltáico sin máquina ninguna era exactamente igual al que podían desenvolver las acciones químicas que tenían lugar, presentando el alambre conductor solo los medios de trasportarla á cualquiera otro sitio lejano. A este descubrimiento siguió el de que en cualquier máquina colocada en el circuito, el efecto útil era tanto mayor cuanto mas grande era la parte de calor que no aparecía, convirtiéndose en trabajo. Suponiendo que se convirtiera todo, cada grano de zinc, daría 145 libras á un pie en una batería de Daniell. La débil acción de una pila, comparada con la de la combustión del carbon, decide en favor de las máquinas de vapor, pues un grano del último quemado al aire puede producir 1 261 libras á un pie, ó sea nueve veces mas, y su coste es

una fracción insignificante del de aquel metal.

Parece que hasta ahora todo lo que se ha tratado de obtener es una fuerte acción eléctrica á un coste dado, considerando la cuestión química antes que la mecánica, pero la fuerza magnética disminuye mucho con la distancia, tanto que si la curva que representa esta ley se divide en diez partes iguales, la ordenada media de la primera división representará 1 000 libras y la de la última solo 5. En la máquina de Jacobi no se aprovechaba mas que una pequeña porción de la fuerza con un gasto inmenso de electricidad. En otra máquina en que por medio de una serie de imanes se trataba solo de aprovechar la fuerza dinámica, dando un movimiento de rotación continuado, se obtenía mucha mas fuerza con poco gasto de electricidad.

Debe esperarse que con el tiempo se pueda aplicar la electricidad como fuerza motriz, sobre todo considerando los adelantos que se han hecho desde que la electricidad se obtenía por fricción hasta que en una batería moderna se obtiene tanto efecto con doce pares como obtenía Davy hace pocos años con un millar.

El asunto de que se trata debe dividirse en dos partes distintas; 1.ª el modo de producir la electricidad, y 2.ª el aparato á que se ha de aplicar. Si fuese posible se habrían de emplear para lo primero materiales en bruto, como salen de la tierra, en vez de los manufacturados que tienen un gran coste. Se nota respecto de lo segundo que las máquinas no se han construido hasta ahora atendiendo á la ley de variación de la fuerza magnética en razón inversa del cuadrado de la distancia, y se indicaron varios medios para tenerla en cuenta. La electricidad podrá usarse directamente, por medio de electro-ímanes, ó indirectamente por medio de la explosión de los gases. El calor, la electricidad, el magnetismo y el electro-magnetismo son diferentes manifestaciones de una misma fuerza, y pueden convertirse uno en otro. Analizada la fuerza de un relámpago, se deduce que en ciertos casos es de 12 220 caballos á 50 pies de distancia, y que en su origen equivale á una presión de trescientos millones de toneladas. Con este motivo se hizo alusión á las tentativas para encontrar un motor de menos peso que la máquina de vapor, por medio de la combinación de gases ó la volatilización de líquidos ligeros, pero que no han dado resultado.

EDUARDO SAAYEDRA.