

de 2 pulgadas de lado. Se las apoyaba por sus extremos en las aristas de dos cuchillos por el intermedio de otras piezas, que evitaran el que aquellos cortasen las fibras, y se suspendian pesos en el punto medio entre los apoyos. Se medía cuidadosamente el peso de rotura, la flecha correspondiente á la máxima dilatación y contracción de las fibras, y finalmente la distancia entre los apoyos. De este modo se ha podido deducir el coeficiente de rotura que figura en las tablas siguientes.

PESO ESPECÍFICO.

Madera de Soria.	0,479
— del Paular.	0,608
Hierro de Cuenca.	7,785
— de Vizcaya.	7,696
Acero llamado de Milan.	7,856
Cemento de Iraeta.	1,042
Cal viva en polvo finísimo.	0,570
Puzolana en polvo finísimo.	1,224
Ladrillo (bien cocido).	1,589
Arena.	1,570
Sillería caliza de Patones.	2,502
— de Redueña y Venturada.	2,207
— del Molar (canteras del río Guadalix).	2,455
— id. (de la Atalaya).	2,141
— de la Aldehuela.	2,746

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO.

Kilógr. por centímetro cuadrado.

Madera de Soria.	262
— del Paular.	512
Ladrillo de Silillos.	98
— de San Agustín.	102
Sillería caliza de Patones.	510
— de Redueña.	258
— del Guadalix.	224
— de la Atalaya.	218
— de la Aldehuela.	468

COEFICIENTE DE ROTURA POR FLEXION.

Madera de Soria.	3 635 000
— del Paular.	5 298 000

Por las tablas anteriores se podrá conocer desde luego que el objeto esclusivo de los experimentos ha sido, si nos es permitido darle este nombre, puramente práctico. Ni los aparatos, ni el tiempo de que podíamos disponer han permitido otra cosa. Y si bien es cierto que al emprender una serie de experiencias sobre cierta clase de materiales, puede hacerse esto con dos fines muy distintos, y que ambos tienen gran importancia para el ingeniero, también lo es que no son igualmente necesarios por el momento.

En efecto, la imposibilidad de someter al cálculo los complicados fenómenos que tienen lugar en el interior de los cuerpos cuando se someten á esfuerzos de cualquier clase, obliga á la teoría á apoyarse en hipótesis que conducen á fórmulas de varia aproximación en cada caso, y que en algunos llegan á ser insuficientes. Consecuencia de esto es la necesidad de numerosas y estensas observaciones y es-

perimentos, cuyo objeto, lejos de ser como el nuestro, la determinación de los coeficientes numéricos de las fórmulas ya establecidas, sea el de averiguar la ley que liga la naturaleza, forma y dimensiones de un cuerpo con las diversas resistencias que opone á los esfuerzos á que se ha de hallar sometido en las obras; y esto con el doble fin de establecer una nueva base para las aplicaciones teóricas y el de suplir á estas últimas, fijando al mismo tiempo los límites de su aplicación práctica. Esto es lo que se ha hecho y se está haciendo en Inglaterra y en Francia; pero ciertamente después que se han satisfecho las necesidades del momento. En la imposibilidad de que en nuestro país se eleve por ahora la parte experimental á tanta altura, nos parece indispensable ir haciendo los trabajos que han de servir de base y preparación á otros mas estensos.

Los experimentos que presentamos se refieren, pues, única y esclusivamente al primero de los dos problemas generales que hemos indicado. Su objeto principal ha sido presentar los datos mas interesantes para el ingeniero que deba construir con materiales análogos á los empleados en el canal de Isabel II, y dar principio á esa gran serie de experimentos que aun está por hacerse en nuestro país, y que á cada instante son mas necesarios.

Con el beneplácito de su autor copiamos de la *Revista Minera* el siguiente artículo que creemos verán con gusto nuestros lectores.

RESÚMEN DESCRIPTIVO DE UN SISTEMA DE SEÑALES ELÉCTRICAS PARA EVITAR ACCIDENTES EN LOS CAMINOS DE HIERRO, POR EL INGENIERO DE MINAS DON MANUEL FERNÁNDEZ DE CASTRO.

Estraño parecerá que cuando este sistema se halla á punto de ser ensayado en grande escala; cuando podría aparecer á los ojos del público sancionado ya por la práctica, árbitra soberana de todo procedimiento aplicable á la industria, no haya tenido la paciencia y la circunspección necesarias para aguardar tan decisiva prueba. Así parecían aconsejarlo la modestia y la prudencia, y así estaba resuelto á hacerlo, si otras consideraciones no menos poderosas no me hubieran obligado á quebrantar mi propósito.

La circunstancia de haberse presentado en el extranjero, y particularmente en Francia, algunos proyectos análogos al mío, que aunque muy posteriores, aparecen con el único mérito que puede tener una idea no puesta en práctica, el de la novedad, me ha hecho errec que mi silencio podría atribuirse, no á un exceso de modestia, sino á la confesión tácita de haber copiado las ideas de otro; cargo mil veces menos aceptable que el de presunción, y que puede prevenirse haciendo público lo que conocen ya un gran número de personas.

El deseo de presentar una memoria que contuviera las consideraciones científicas á que da lugar tan importante materia; en que se espusieran todos los riesgos que se corren en un camino de hierro; en que se discutieran los diferentes medios que en cada caso podrían ponerse en práctica para evitarlos, y que estuviera ya castigada con las observaciones hechas en los ensayos en grande, me había decidido también á continuar en mi reserva hasta

poder dar una forma conveniente á los estensos trabajos que tengo preparados; pero convencido después de que siendo invariable el principio, pudiendo cambiar infinitamente las aplicaciones, habria ventajas en no dar á conocer ahora mas que la idea primera, la base fundamental del sistema con algunos ligeros ejemplos prácticos, y aprovechar en los trabajos subsiguientes las objeciones y consejos de los que quisieran honrarme con ellos, me ha parecido conveniente publicar este resumen; contribuyendo no poco á ello las indicaciones de varios compañeros y amigos que han examinado el proyecto, que han oido la opinion de personas competentes, que han presenciado algunos ensayos en pequeño, y en vista de todo han creido, que aun en el caso de encontrar dificultades prácticas que se opusieran á la inmediata aplicacion de la idea, seria de esperar que se vencieran algun dia; y que si no la gloria de realizar un pensamiento que reclama la humanidad, podia caberme la de haber iniciado un trabajo que conducirá indudablemente á tan laudable objeto.

Todo el mundo sabe cuán ineficaces han sido hasta el dia, para evitar los accidentes en los caminos de hierro, ya las medidas reglamentarias dictadas por la experiencia y exigidas con cuanta severidad es dable á la prudencia humana, ya los diferentes sistemas de señales que se han puesto mas ó menos ventajosamente en práctica. Las primeras, confiadas á un numeroso personal, están sujetas á fallar al menor descuido de un solo hombre; y las segundas, limitadas en su uso á ciertos y determinados casos, son incapaces de hacer un servicio, cuyo carácter esencial habria de ser, si posible fuese, el de la *infalibilidad*.

A mi modo de ver, no hay que esperar tan rara circunstancia de ningun sistema, cuyo éxito tengi que confiarse á la mano del hombre, ó que estriben en los recursos aislados de la física y de la mecánica; pero podría obtenerse de la feliz combinacion de unos y otros medios, en la cual, utilizándose la vigilancia de los primeros y la exactitud de los segundos, contribuyesen ambos á alejar todo peligro.

Es necesario además valerse de un agente menos limitado en sus recursos que lo son la Óptica y la Acústica, que han servido de base á los diferentes sistemas de señales empleados hasta el dia, y este agente es sin duda alguna la electricidad en cualquiera de sus dos estados; ya sea el estático, ya el dinámico. No es nuevo en España el pensamiento de utilizarla en el primero para combinar un sistema de señales que puede mirarse como el origen de la telegrafía eléctrica; y en el segundo recorre hoy todos los ángulos del mundo civilizado.

Los ferro-carriles se aprovechan tambien hasta cierto punto del último, y á él se debe una gran parte de la regularidad del servicio, que es la primera base para evitar los accidentes á que se halla espuesta esta especie de locomocion. Pero hasta ahora, las señales que han podido hacerse han sido de estacion á estacion, y de tren á estacion; pero no de tren á tren como lo exige la necesidad, y menos aun del obstáculo mismo al tren que corre á precipitarse sobre él, en el momento en que ningun medio humano parece que pueda prevenirlo del peligro. El sistema que se propone llena, en mi concepto, estas condiciones.

Establecida en la via una serie de conductores dobles, paralelos á ella, uno de los cuales se halle perfectamente aislado, es evidente que si se hace comunicar con ellos al tren que marcha, y en el centro de esta comunicacion se coloca un generador

eléctrico, cuyos polos estén en contacto con cada uno de los conductores paralelos, bastará solo cerrar el circuito en cualquier otro punto de la via, para que comunicando el uno con el otro polo, se produzcan los fenómenos eléctricos con la intensidad que se desee.

Este es el principio de todo el sistema; y el carácter esencial de su aplicacion es el de establecer dicha comunicacion instantáneamente, por medio de cada uno de los obstáculos mismos que pudieran producir una catástrofe; y en los casos en que la señal no pueda ser hecha por el obstáculo que ocasiona el peligro (y son los menos), prestar al hombre el medio de ejecutarla en el mismo momento, sin desatender las perentorias necesidades del servicio: veamos, pues, cómo se puede conseguir este objeto (1).

La primer circunstancia que ha debido fijar mi atencion, es la de la produccion de una señal indudable; y tanto por esto, cuanto por la utilidad que puede resultar, como se verá mas adelante, del aprovechamiento de la fuerza que con ella se desarrolle, he preferido el uso de la electricidad estática, á reserva de sustituirla por la dinámica, si la experiencia demostrase ventajas en esta última, aunque consideraciones teóricas, en que no es del caso entrar ahora, me hacen dudar de ello.

Las señales que creo mas convenientes y que pueden conseguirse fácilmente con la primera, son las detonaciones del pistolete de Volta y del mortero eléctrico, con la pólvora, los gases detonantes, etc.: entraremos, pues, en los pormenores de los medios de conseguirlos en los casos en que sean necesarios.

La base principal del sistema es, como se ha visto, el establecimiento del circuito eléctrico; y se ha dicho tambien que dos de sus partes han de ser permanentes. La primera de ellas formada por alambrones montados sobre aisladores de porcelana, barnizados de goma laca *a a*, (fig. 2.^a), semejantes á los usados en el ducado de Brunswik, aunque mas prolongados; y la segunda formada por las mismas barras-carriles del camino, ó bien por la tierra. La linea aislada no puede ser continua; porque las señales se comunicarian á mas distancia de la necesaria; ni puede ser única, siendo interrumpida; porque en las interrupciones podrian encontrarse dos trenes que marchasen en sentido opuesto. Debe ser, pues, de dobles hilos, atampados y cortados como se ve en la figura 1.^a. El tamaño de cada uno de dichos hilos 1-1, 2-2, 3-3, etc., ha de estar determinado según la fórmula:

$$2v+a=L,$$

siendo *L* la longitud de cada alambre, *v* el duplo de la distancia que puede recorrer un tren después de recibir la señal y habérsele echado los frenos, en la mayor de las pendientes del camino, y con la velo-

(1) Antes de describir los medios que propongo para cerrar el circuito en cada uno de los casos dados, debo advertir, que el conjunto de dichos medios y el principio en que están fundados, es lo que constituye el sistema; los detalles podrán variar infinitamente según las localidades y el talento de los ingenieros encargados de su aplicacion; yo aqui no me he propuesto mas que hacer ver la posibilidad de que con el sistema se señale cada uno de los riesgos, y naturalmente he tratado de elegir los medios mas sencillos; porque si bien pueden parecer toscos para ponerse en práctica, son indudablemente mas fáciles de comprender, y los que convienen por consiguiente, en una aplicacion hecha para los menos versados en la electricidad y en la mecánica.

ciudad máxima que se acostumbre llevar; designando en fin, por *a* otra distancia, prudencialmente fijada por los ingenieros del camino, según la naturaleza del servicio á que esté destinado este. Sean los rails ó la tierra lo que sirva de conductor para la vuelta de la corriente, no necesitan precaución alguna, si es de la electricidad estática de la que se hace uso, por su tendencia á precipitarse al depósito común.

El tercero de los lados del circuito no se forma hasta que entrando un tren en la vía, se pone en comunicación con la tierra por un lado, y por el otro con el *conductor general*, que es el nombre que daremos en adelante á los alambres aislados. La comunicación entre el carruaje y las barras-carriles no necesita mas contacto que el de las ruedas con aquellas; pero para hacer comunicar el tren con el conductor general colocado al lado de la vía (1), hay que establecer una varilla (fig. 3.^a) perfectamente aislada, en cuyo extremo *f*, se coloque un fleco metálico compuesto de alambres torcidos como el que se ve en la fig. 4.^a, cuya parte superior *o*, esté sujeta por su torsión sobre un anillo de mayor diámetro interior que la varilla, á fin de que cada uno de los hilos de que se componga el fleco, tenga juego libre alrededor de ella. El de esta varilla sobre sus soportes será circular, de manera que el fleco pueda colocarse sobre los alambres del conductor general ó separarse de ellos según convenga al servicio que deba hacer. Es asimismo conveniente que esté montada sobre una palanca *p p*, (fig. 3.^a), que por medio de un cordón de seda *c*, pueda subirse ó bajarse al punto que exija la mayor ó menor inclinación que tome el fleco por efecto de la velocidad: graduada la altura se fija el anillo del cordón en los ganchos *c c c c*.

Establecida la comunicación, como he dicho, entre el conductor general aislado y la tierra por medio del tren que queremos preservar, no se obtendría el objeto apetecido si no se interrumpiese en este para introducir en el circuito el aparato generador de la electricidad y el avisador. El primero de estos puede ser una pila de Bunsen con el inductor de Ruhmkorff, que tan buen resultado ha dado en los brillantes experimentos del ingeniero D. Gregorio Verdú para inflamar la pólvora á grandes distancias, y es el aparato que me propongo emplear en los primeros ensayos; pero podría sustituirse con el inductor

(1) Esta descripción está hecha para el caso en que se coloque el conductor general á un lado y fuera de la vía; condición que no solo no es absolutamente necesaria, sino que espero podrá reemplazarse ventajosamente, ya sea colocando los alambres entre la vía debajo de los trenes, ya pasando por encima de estos, ya enterrando el conductor general después de cubrirlo con una capa de guta percha y hacerlo comunicar oportunamente con el tren; pero conviene dejar para mas adelante este problema, cuya dificultad estriba solo en la cuestión económica, pues no es dudoso que con todas las disposiciones indicadas podría tenerse un aislamiento perfecto y un contacto continuo con uno de los polos del generador eléctrico, sacrificando una cantidad mas ó menos grande para conseguirlo. Ahora se trata de ensayar el principio del sistema; y el modo mas sencillo y económico de obtener un *conductor general* con las dos condiciones que acabo de expresar, es darle una forma análoga á la de los telégrafos eléctricos ordinarios: su principal inconveniente, casi el único, sería el pandeo de los alambres producido por una tensión imperfecta; pero la sagita de la curva puede disminuirse á voluntad aproximando los postes; aumentando el número de aparatos de tracción; disminuyendo el diámetro de los hilos, que no necesitan ser de gran sección para la trasmisión de la electricidad estática; y en fin, este inconveniente puede remediarse también alargando cuanto sea menester el fleco que pone en comunicación el tren con el conductor general.

de Mr. Froment, con la máquina hidro-eléctrica de Armstrong ú otro cualquier aparato que produzca la electricidad en un fuerte estado de tensión.

El avisador puede ser un petardo convenientemente preparado, un repique eléctrico, y sobre todo el pistolete de Volta ó el mortero eléctrico, (fig. 5.^a), cuya explosión, además de dar la señal apetecida, haría el servicio que mas adelante indicaré.

Un carruaje provisto de los antedichos aparatos y corriendo sobre una vía, es evidente que ninguna señal recibirá mientras el circuito eléctrico permanezca abierto; y lo estará en tanto que la vía siga franca, pues ya hemos dicho que los alambres del conductor general han de estar perfectamente aislados; pero luego que por cualquiera de los medios, que enumero á continuación, el circuito se complete, es indudable que la descarga eléctrica producida hará su efecto: veamos, pues, los medios de cerrar el circuito cada vez que un peligro lo exija.

El riesgo que mas frecuentemente suele presentarse, es el de una colisión por efecto del retardo de un tren alcanzado por otro que lleve mayor velocidad. Provistos ambos de sus correspondientes aparatos, es evidente que luego que el mas veloz entre en el primero de los trozos de alambre del conductor general, sobre el cual se halle el retrasado, se cerrarán el circuito mutuamente, de modo que uno y otro recibirán la señal conveniente. La fórmula establecida para la longitud de los alambres asegura el buen éxito, aun en el peor de los casos que pudiera acontecer, y sería el de hallarse detenido el tren delantero.

Semejante á este, aunque mas terrible en sus efectos, es el riesgo de presentarse de frente en la misma vía otro tren no esperado, (importa poco, como sabe todo el que tenga algunas nociones de física, para las señales que he indicado, que los polos que se hallen en presencia sean del mismo ó de nombres contrarios; cerrado el circuito, la interposición de una segunda pila no hace mas que aumentar la fuerza de la primera, ya en tensión, ya en intensidad (1)); pero tampoco en esta circunstancia puede temerse una colisión; porque calculada la fórmula de la longitud de los alambres especialmente para este caso, los trenes se detendrán á la distancia conveniente uno de otro.

A los dos riesgos anteriormente citados sigue por su frecuencia el de hallarse un tren corriendo sobre una vía intransitable, ya sea por efecto de un obstáculo puesto en ella inesperadamente, ya por la descomposición de alguna de sus partes. Como no es posible prever todos los casos que estén comprendidos en esta clase de riesgo, y que en la mayor parte de ellos no podría cerrarse el circuito sin la mano del hombre, hay necesidad de hacerlo poniendo en las del guarda un medio de comunicar el conductor general con la tierra: este medio puede ser un látigo metálico (fig. 6) cuyo tejido sea de materias conductoras, compuesto de una fusta *m*, forrada de cuero barnizado, y dos trallas *tt*, para que pueda enrollarse la una en los alambres del conductor general, mientras toqua la otra la barra-carril que está debajo. Mejor aun que este látigo sería proveer á cada guarda de un bastón metálico, (fig. 6 bis), de un metro próximamente de largo, cuyos extremos terminasen, el uno por un bidente recurvo que per-

(1) No sucede lo mismo con las corrientes eléctricas que tienen por objeto producir señales por medio de la aguja imantada, como se verifica en los telégrafos ordinarios, y cuya conveniencia para prevenir accidentes discutiré en otra memoria mas estensa.

mitiera colgarle de los alambres del conductor general; y el otro por una tralla como la del látigo antes descrito: si la punta de esta tralla terminase en una hoja de cuchillo ó en un clavo grueso, serviría este comunicador aun en el caso de emplearse la electricidad dinámica, que necesita mas precauciones que la estática para hacer pasar la corriente eléctrica del conductor á la tierra. Sea uno sea otro, bastará que el guarda haya percibido el peligro un momento antes de precipitarse el tren sobre él, para que cerrado el circuito se reciba en aquel la señal que ha de preservarlo.

Este es el momento de hablar de la comunicacion de los guarda-trenes y el maquinista, comunicacion que ha dado bastante que hacer á los directores de caminos de hierro, y que se resolvió, el lector juzgará de qué manera, en una reunion celebrada en Londres el mes de marzo de 1853, acordándose el establecimiento de una campana en la locomotora ó el tender, que habia de tocar el guarda desde el último wagon por medio de una cuerda de guta percha. Con el sistema que nos ocupa bastaria que el guarda del tren tuviera á mano una varilla con su fleco metálico, semejante á la que pone en comunicacion el generador eléctrico con el conductor general: tan pronto como el guarda pusiera este en contacto con su fleco, y tocara con el otro extremo de la varilla las partes conductoras del carruaje, la señal se haria sentir en el aparato de alarma de la locomotora, puesto que se cerraria el circuito instantáneamente.

Las figuras 7.^a y 8.^a hacen conocer la disposicion que han de tener los alambres en un cruzamiento á nivel para evitar una colision, sea cualquiera la direccion que pudieran llevar los trenes. Bastará solo que el dicho cruzamiento quede en el centro de dos alambres de los conductores de ambas vias, ó lo que es lo mismo, que desde el referido punto hasta la primera interrupcion de cada uno de los cuatro

hilos que de allí parten, la distancia sea $\frac{2v+a}{2}$, y que

ambos conductores estén en perfecta comunicacion uno con otro. En la figura 8.^a se ve que el tren abandona por un momento la línea de alambres $a a$, que corria, para pasar por debajo de $c c$, porque un metro antes de la reunion de las dos vias, el conductor se separa otro metro de la línea que describia, sube por medio de aisladores, fijos á un poste p , á la altura suficiente $p p$, (figura 7.^a) para que pueda atravesar la vía sin estorbar la circulacion. Esta interrupcion seria cuando mas de seis metros, y no merece por consiguiente que se altere la fórmula para la longitud de los alambres del conductor general.

Otra série de riesgos puede evitarse sin el concurso de la mano del hombre, y es aquella en que hay en la vía piezas de movimiento, que por un olvido tomen posicion distinta de la que normalmente han de conservar. Un puente levadizo puede quedar abierto ó mal cerrado; una plataforma giratoria, mal encarrilada; una barrera, abierta ó cerrada indebidamente, etc. Para todos estos casos es á propósito la palanca $p m$, que está representada en la figura 9, suponiéndola adaptada á la parte inferior de los rails de un puente levadizo, y que de la misma manera, con alguna pequeña modificacion, podria aplicarse á las plataformas giratorias, á las barreras de los cruzamientos á nivel, etc. Cuando la palanca está en su estado de reposo, es decir, cuando se halla libre, descausa sobre el platillo m' que

comunica con el conductor general, el cual queda así en contacto con la tierra y establece el circuito al aproximarse un tren. Basta, pues, para utilizarla que las longitudes respectivas de sus brazos $p o$ y $o m$, sean proporcionales á las distancias que quieran determinarse en la situacion respectiva de sus dos extremos: así, por ejemplo, si se desea que se produzca una señal de alarma cuando la barra-carril tenga en b una diferencia de altura de 0,01 metros; y que cuando esté en su lugar, los platillos $m m'$, tengan la suficiente separacion entre si para que no salte la chispa eléctrica, las longitudes de los brazos deberian estar en la proporeion

$$op : om :: 1 : 20.$$

Con esta disposicion si un olvido hiciera tener levantado el rail un solo centímetro, la comunicacion quedaria establecida y el tren recibiria el aviso oportuno.

Algo mas complicado es el mecanismo que exigirian las agujas de una vía bifurcada, y por consiguiente cuando se reunan mas de dos en un punto, porque en ellas se suelen presentar riesgos muy distintos, que deben precaverse. Puede un tren que corra por la vía G (figuras 10 y 11) hallar las agujas colocadas en disposicion de que sin percibirlo se encañine por rumbo diferente del que se proponia, y encontrando en él un obstáculo, resultar un choque ó un descarrilamiento; puede tambien suceder que dos trenes que marchen por las vias A, A' ó A'' , vengán á chocarse en E ; y por último, la mala posicion de las barras $h h$ del trozo movable G , con respecto á las de $A A' A''$, puede asimismo producir un descarrilamiento (1). Con el mecanismo que se ve en las figuras 10 y 11 se evitan todos ellos.

Los conductores generales $d d' d''$, que vienen por las vias, y que como se ha indicado antes, constan de dos series de alambres, reúnen el mas largo de cada uno de ellos en el punto a , de manera que por ese lado queden en comunicacion eléctrica las tres vias entre si. El otro alambre mas corto de cada vía pasa por debajo ó por encima del camino, con el debido aislamiento, y corren los tres hasta el punto b , donde están las agujas. Allí termina cada uno de ellos en unas palancas pequeñas $i i' i''$, cuyos extremos puedan sumergirse en la cápsula ó baño de mercurio C , que debe estar aislada ó fabricada de una materia aisladora, y en la cual pueda tambien entrar el extremo de otra palanca y , en que termina el alambre $e e e$ de la vía opuesta. En la parte móvil G de esta última, al extremo $B B$ de las agujas, se colocará una barra bifurcada, como la de la figura 12, cuyos brazos pasen por encima de las palancas de ambos lados y se hallen provistos de unas rodajas de porcelana, colocadas de manera que puedan oprimir con oportunidad unos cilindros de la misma materia, que tendrán por eje el brazo interior y mas corto de las palancas citadas. Las rodajas de porcelana, que con mas claridad se ven en la figura 12, estarán en oposicion numérica con respecto á los cilindros, es decir, que del lado donde hay uno de estos, se colocarán tres de las otras, y viceversa:

(1) He querido presentar este ejemplo con un sistema de agujas que ofrece mas probabilidades de riesgo, porque aunque generalmente condenado, se encuentra todavia en algunos caminos de hierro; y porque una vez demostrada la posibilidad de evitar los peligros que presenta este sistema, se concibe cuánto menos difícil será prevenirlos en otros mas perfectos, sobre todo en el de contrapesos, que con inmensa ventaja se va substituyendo á los demas.

de modo que no pueda haber mas que una sola de las palancas *i i'* sumergida en el mercurio, cuando por el contrario la del lado opuesto *y*, se hallará en contacto con dicho metal siempre que una de las otras lo esté. El efecto será evidentemente el de no tener en comunicacion el conductor *e e e* de la via *G*, sino con aquel de los tres hilos que proteja la via que tengan abierta las agujas en aquel momento. Si se tiene la precaucion de que las palancas y rodajas guarden las distancias relativas á los centros de las barras-carriles á que correspondan, se conseguirá que solo cuando las dichas barras movibles se hallen en su posicion normal, habrá comunicacion del alambre *e e e* con uno de los puestos; y que en cualquier otro caso las palancas, libres de toda compresion, tocarán con sus extremos exteriores las cabezas *p q* de unos alambres enterrados, y cerrarán por consiguiente el circuito de que cada una de ellas forma parte.

El servicio de este mecanismo no es de difícil comprension. El riesgo de que un tren tome una via por otra, no se convierte en peligro sino cuando en la segunda existe algun obstáculo; y basta que este se halle señalado por cualquiera de los medios indicados, para que el tren que peligra reciba el aviso oportuno. La reunion de los alambres mas largos de los tres conductores en el punto *a'*, en la forma descrita, preserva del segundo de los riesgos mencionados; porque luego que dos trenes entran en los trozos de las vias, preservados por ellos, recibirán la señal de alarma. Hay en esta combinacion un caso en que puede tenerse un aviso falso; y es, cuando un tren pasa de la via *G* (figura 11), á cualquiera de las otras, y lo ejecuta en el momento en que un tren distinto entra en el último trozo de alambre de cualquiera de las dos vias libres. El primero, que habia pasado de las agujas sin señal, la recibirá despues sin correr ningun peligro; pero el error es momentáneo; porque adelantándose el que lo ha ocasionado hasta extinguir la velocidad adquirida, uno y otro se hallarán á la vista y reconocerán la causa de la señal recibida por ambos.

(Se concluirá.)

SOCIEDAD DE INGENIEROS CIVILES DE FRANCIA.—NOTA DE MR. MOLINOS SOBRE LAS CONSIDERACIONES QUE PUEDEN SERVIR DE GUIA EN LA ELECCION DE UN SISTEMA DE PUENTES.

(Traduccion de L'Ingenieur).

Objeto de la nota. Nos proponemos examinar en esta nota los principales sistemas de puentes metálicos que hasta el presente han sido ejecutados, é indicar bajo un punto de vista muy general las ventajas respectivas que presentan, segun las diversas condiciones de los problemas que se trata de resolver.

Se concibe, atendiendo á la variedad considerable de estas condiciones, que es difícil sino imposible sacar resultados que puedan considerarse como reglas invariables. Por lo tanto, únicamente pueden servir de guia en la mayor parte de los casos los caracteres generales para la eleccion de un sistema, y estos caracteres son los que ensayaremos resumir.

Diferentes sistemas de puentes considerados relativamente á su forma. Los sistemas de puentes ejecutados hasta el presente, pueden relativamente

á su forma dividirse en tres clases, á saber: los puentes colgados, los puentes de piezas rectas y los de piezas curvas.

Puentes colgados. Diremos algunas palabras del primero de estos sistemas. Algunos accidentes tan graves como inesperados, han producido contra los puentes colgados una reaccion que inclina á proscribir universalmente su empleo. ¿Conviene desanimarse por estos precedentes funestos, y considerar los puentes colgados, que son cómodos y económicos, y en ocasiones frecuentes, los únicos que es posible establecer, como destinados á desaparecer definitivamente del dominio del arte, ó intentar nuevos esfuerzos para que ocupen su lugar? Un estudio atento de la verdadera teoria de estos puentes decidirá fácilmente esta cuestion. La mayor parte de los puentes colgados construidos hasta el dia, lo han sido segun un mismo modelo y no tememos afirmar que casi todos tambien son muy peligrosos. Estos puentes compuestos, el mayor número, de partes mal unidas entre sí, de una cadena o cable muy espuesto á deformarse por su misma constitucion y al cual las sobrecargas no se transmiten mas que en un solo punto á la vez, escapan casi completamente al cálculo porque salen de las condiciones sobre que está basada la teoria de la resistencia. Es evidente, en efecto, que no se les puede considerar en equilibrio estable bajo la accion de sobrecargas en movimiento; así se ven los tableros de estos puentes sometidos á oscilaciones cuyas amplitudes pueden variar siguiendo las circunstancias casuales que presente la combinacion del paso de varias personas ó de las sacudidas causadas por muchos vehículos; resultando tambien que, segun los esfuerzos producidos por estas diferentes causas se añadan en ciertos momentos, pueden desarrollarse en el curso de las oscilaciones, fuerzas infinitamente superiores á las que corresponden al equilibrio estático. A esta causa deben atribuirse los numerosos accidentes que estos puentes han ocasionado en los últimos tiempos.

Existen algunas construcciones del género que examinamos, que parece han resuelto problemas bastante difíciles para que se deba, antes de condenar el sistema, tratar de si es posible atenuar sus inconvenientes. El puente de Friburgo, el puente colgado de Londres, son ejemplos bien dignos de animar á investigaciones de esta especie. Por nuestra parte creemos que hay circunstancias en que los puentes colgados ofrecen grandes ventajas, y que es posible por medio de ciertas disposiciones darles una estabilidad suficiente para que las vibraciones á que están sometidos resulten tan poco sensibles que no presenten inconvenientes graves. Vamos á indicar el camino que creemos debe seguirse para buscar estas mejoras, de las que algunas han sido ya ensayadas por varios ingenieros, pero no tan completa y radicalmente como era necesario para alcanzar cumplidamente el objeto.

La principal causa de las oscilaciones del tablero de un puente colgado, consiste en el modo de unir el tablero al cable: el sistema de péndolas verticales, casi universalmente adoptado, presenta el