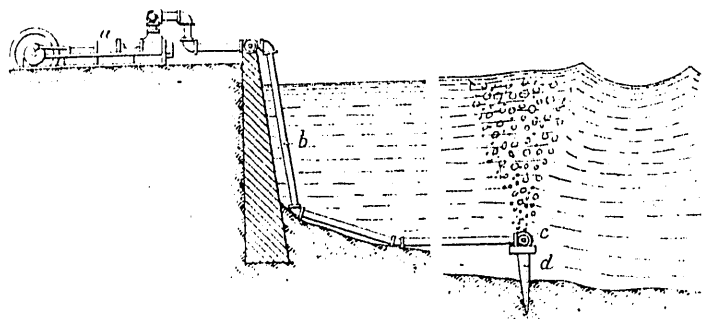


este sistema indujeron á su inventor á proponerlo para otras aplicaciones y así es como se ha llegado á producir efectos interesantes señalados en el *Engineer*, al que se refiere *Le Génie Civil* en una nota que extractamos á continuación.

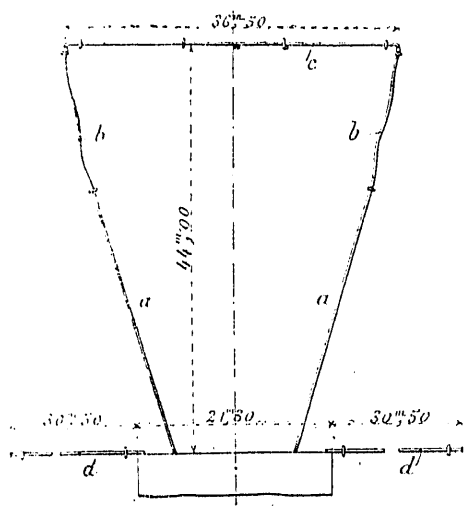
La disposición empleada por M. Brasher está representada esquemáticamente en la figura 1.^a Se coloca en la orilla, en un

Fig. 1.^a

abrigo cualquiera, un compresor de aire *a*, y se envía el aire por la cañería *b*, que se prolonga hasta un tablero horizontal *c* talarado por agujeros á lo largo de su arista superior y sostenido por unos piquetes *d* hincados en el suelo de la playa, en marea baja ó aun bajo el agua. Durante las tempestades, cuando es necesario proteger la costa, basta poner el compresor en acción, lo que produce una capa vertical de burbujas de aire delante de la costa; entre la orilla y esta capa, el mar es espumoso, pero sin olas, y la costa no recibe ningún choque. Esta disposición evita la construcción, á menudo onerosa, de rompeolas ó de diques, que no tienen utilidad más que durante un espacio de tiempo, algunas veces muy corto, en las regiones en que las tempestades son violentas, pero de corta duración.

En la costa occidental del Pacífico, donde existen pocos puertos bien abrigados, la aplicación de este sistema parecía particularmente interesante, y á consecuencia de esto se acaba de realizar en El Segundo (California), por la Standard Oil Company, para proteger unas obras que habían venido á hacerse muy difíciles por la acción del mar.

Esta Compañía había emprendido la construcción de un espigón de 1.250 metros de longitud, destinado á facilitar el embarco en este punto del petróleo de los yacimientos del Sur de la California. Era la tercera vez que se intentaba la construcción de una obra de esta naturaleza en estos parajes. En Febrero de

Fig. 2.^a

1915 una tempestad demolió más de 600 metros del espigón y parecía que el resto de la obra iba á correr la misma suerte por una nueva tempestad.

Se tuvo entonces la idea de emplear el sistema de M. Brasher y éste propuso la disposición indicada en la figura 2.^a Una ca-

ñería *c*, de 36,50 metros de longitud, está colocada 45 metros, próximamente, delante del espigón, á 9 metros de profundidad, y otras dos cañerías *d* de 30 metros, próximamente, de longitud están dispuestas á una y á otra parte de la cabeza de la obra. Estas cañerías tienen, aproximadamente, 10 centímetros de diámetro; la cañería *c* se abastece por los tubos *a*, de los cuales son continuación unas partes flexibles *b*. Las cañerías están perforadas á intervalos de 15 centímetros, próximamente. La cañería *c* se ha colocado por medio de barcas, desde donde se la ha dejado caer al agua, penetrando en la arena por su propio peso los piquetes destinados á fijarla.

Se suministraba el aire comprimido á El Segundo por dos compresores que tenían en junto una producción de 56 metros cúbicos por minuto y que formaban parte de la instalación de la Standard Oil Company, á unos 3 kilómetros de la orilla; son compresores de alta presión, pero, según M. Brasher, no sería necesaria una presión elevada, bastaría que la presión del aire contrarrestase la presión hidrostática; un gran volumen de aire á pequeña presión sería preferible á un volumen menor á presión elevada.

Las automotoras termoelectricas Pieper.

El sistema de tracción termoelectrica de recuperación, ideado por Pieper, está fundado en el empleo de un motor de benzol de potencia suficiente para asegurar por sí solo la marcha del tren en la mayor parte del recorrido y de una dinamo eléctrica, la cual funciona como motor en los trayectos difíciles de la línea y como generador de la energía eléctrica en los trayectos fáciles. Al sistema motor-dinamo se añade una batería de acumuladores, de mediana capacidad, destinada á acumular ó á ceder energía, según el perfil de la línea y del consiguiente trabajo de tracción.

En la subida, disminuyendo por el mayor esfuerzo la velocidad de la automotora, la tensión de la dinamo decrece por bajo de la tensión de la batería de acumuladores. La dinamo con este motivo viene á alimentarse de los acumuladores y funciona como motor en paralelo con el motor de benzol.

Por el contrario, en la bajada el carruaje tiende á acelerar la velocidad. En este caso la tensión de la dinamo aumenta y viene á ser superior á la de la batería de acumuladores, los cuales recuperan así el suplemento de energía cedido en la subida.

Los dos efectos se producen automáticamente y, según que en la batería de acumuladores pasa una corriente de carga ó de descarga, un regulador (constituido por un solenoide de doble devanado en cuyo interior se ha colocado un núcleo de hierro dulce) disminuye ó aumenta la cantidad de gas admitida en el motor. De esta disposición se deduce que á la subida el regulador hace funcionar al motor de benzol á plena admisión, mientras que á la bajada el mismo regulador se cierra automáticamente de modo que estén equilibradas las solas resistencias pasivas del motor.

El motor de benzol se encuentra constantemente en engranaje directo con los ejes y funciona lo mismo en un sentido que en el otro. Entre el motor y los ejes se ha interpuesto una fuerte articulación magnética. La dinamo está acuñada directamente sobre el árbol del motor. Es excitada en derivación y funciona á la velocidad del régimen muy variable por medio de la simple regulación de la excitación.

Las maniobras de la automotora se verifican por medio de un regulador análogo al usado generalmente en los tranvías eléctricos.

Cuando se tiene que poner en marcha el carruaje el conductor dispone el grupo motor, según el sentido deseado de la marcha y envía la corriente de la batería á la dinamo. Ésta produce la rotación del motor del benzol. En seguida el envío progresivo de la corriente á las diferentes articulaciones magnéticas provoca la preparación total del carruaje. Entonces el conductor elimina sucesivamente las varias resistencias inter-

puestas en el circuito de excitación de la dinamo hasta que se llega á la velocidad normal.

Estas dos maniobras se obtienen moviendo dos manivelas colocadas sobre el regulador. La menor de estas manivelas sirve para poner en movimiento el motor del benzol, la mayor para la preparación de la dinamo.

Cuando se debe retardar ó detener la automotora, se hace girar la manivela mayor en el sentido inverso al practicado para la preparación. De esta maniobra se deriva un progresivo aumento en la excitación y la consiguiente recuperación, por parte de la batería de los acumuladores, de la energía debida á la inercia del carruaje. Sucesivamente se desarticula el sistema motor con maniobra análoga á la precedente y, en fin, se hace actuar el freno de aire comprimido, tipo Westinghouse, que hace, por tanto, el oficio de detener las ruedas porque el retardo del carruaje se hace únicamente para la recuperación de la batería.

Durante las paradas el grupo motor podrá detenerse ó hacer que gire á velocidad reducida para recargar la batería.

Durante los meses de invierno el agua de enfriamiento que circula en los motores de explosión sirve para la calefacción del carruaje. El enfriamiento de este agua se completa por un radiador de aletas dispuesto sobre el techo del carruaje en contacto con el aire exterior.

El alumbrado de la automotora se obtiene por la batería misma de los acumuladores.

La batería de acumuladores de las automotoras Pieper proporcionan solamente una parte de la energía requerida por el tren y no ya toda la necesaria para la tracción, y, por consiguiente, tienen una capacidad relativamente pequeña y, por lo tanto, ocupan poco sitio y tienen un peso reducido. Los acumuladores se colocan bajo la plataforma del carruaje en una caja herméticamente cerrada y ventilada convenientemente.

Como la batería de acumuladores no queda nunca descargada, el trabajo de cada elemento se cumple en condiciones bastante buenas. Para el buen funcionamiento de la batería conviene solamente verificar periódicamente el estado de los elementos y regular el nivel del líquido mediante la adición de agua acidulada. Después de un recorrido hecho por la locomotora, que varía de 10.000 á 20.000 kilómetros, se acumula en el fondo de los vasos de los elementos un depósito que es necesario quitar. Esta operación no es muy complicada y puede hacerse con facilidad por cualquier trabajador.

La primera automotora sistema Pieper se puso en circulación el año 1908 por la Sociedad Nacional de los Ferrocarriles vecinales de Bélgica, y era un carruaje de dos ejes para tranvía. Su peso variaba de 9 á 10 toneladas y podía remolcar, en terreno horizontal, un vagón de 10 toneladas á la velocidad de 30 kilómetros por hora. El grupo motor, de la fuerza de 40-50 caballos, estaba dispuesto bajo la caja, transversalmente á la parte central de ésta. Los dos ejes motores se gobernaban por una transmisión de cadena.

A este primer tipo sucedió bien pronto un segundo en el cual la dinamo, acuíñada sobre el mismo árbol del motor, gira constantemente con este último. Las articulaciones magnéticas transmiten el movimiento á los árboles de cardan y de éstos á los dos ejes motores por medio de una disposición de engranaje cónico de simple reducción. El carruaje está dividido en tres compartimientos, dos para los viajeros y uno para los equipajes. El acceso se verifica por las dos plataformas extremas, donde están también las casetas de maniobra. El carruaje mide 15 metros de longitud y descansa sobre dos carriles. Su peso total en orden completo de marcha es de 26 toneladas.

El motor de explosión, de cuatro cilindros, no tiene válvulas, pero está provisto de cajetines cilíndricos; la potencia desarrollada es de 90 caballos á 950 revoluciones. La punta en marcha del motor en todos los sentidos se obtiene maniobrando una pequeña manivela del regulador. La batería de los acumulado-

res, compuesta de cuatro cajas de 15 elementos cada una, puede suministrar al motor un suplemento de potencia variable entre 20 y 90 kilovatios. El peso de los acumuladores y accesorios es de 1.800 kilogramos. La automotora puede marchar á una velocidad de 90 kilómetros por hora en las calles horizontales ó de pendiente mínima; en líneas de gran desnivel, por medio de engranajes, la velocidad se reduce á 30-35 kilómetros. En las líneas horizontales ó de escasa pendiente cada automotora es capaz de remolcar dos vagones de 40-50 viajeros á la velocidad de 25-40 kilómetros por hora. En este caso el consumo de benzol por hora, es de cerca de un litro por tren-kilómetro.

Las automotoras descritas comprenden un grupo motor indivisible compuesto de un motor de explosión y de una dinamo acuíñada invariablemente sobre el mismo árbol motor sin interposición de inserción ó engranaje alguno. De aquí resulta que en las bajadas y en los retrasos, la cantidad de energía recuperada no se disminuye por ningún trabajo necesario para hacer girar en vacío el motor de explosión. Esto no es necesario más que cuando se cierra completamente la admisión de modo de equilibrar solamente la resistencia pasiva del motor. En este caso resulta un consumo suplementario de benzol bastante notable. Para evitar este inconveniente, ha estudiado Pieper dos nuevos tipos de automotoras, llamadas de recuperación total, en los cuales entre el motor y la dinamo se ha interpuesto una articulación magnética de modo que llegado el caso se podrá aislar el motor de explosión, para no hacerlo girar inútilmente durante el período de recuperación. Además, en estos nuevos carruajes se ha cambiado la colocación del motor de explosión, disponiéndole sobre una plataforma á propósito y cubriéndole con una tapa móvil, de modo que todas sus partes sean fácilmente accesibles. Esta disposición presenta, sin embargo, el inconveniente de que es necesario emplear una transmisión de doble reducción, lo que disminuye algo el rendimiento de la máquina. Tal inconveniente se compensa en parte por la posibilidad de emplear motores de gran velocidad angular que, como se sabe, son más ligeros, menos voluminosos y más económicos que los otros.

La batería de los acumuladores está colocada sobre una plataforma simétrica de la del motor y situada al lado opuesto del carruaje. También los acumuladores están cubiertos por una tapa que puede abrirse.

Entre los principales tipos ideados y construídos por Pieper, recordaremos—como hace el *Giornale del Genio Civile* en un artículo que extractamos en esta nota—una pequeña automotora de recuperación total, de dos ejes radiales, los cuales se gobiernan por medio de cardanes y de dos sistemas de engranajes. Este tipo tiene una longitud de 9,60 metros, y la batería de acumuladores está formada de 56 elementos. Visto el buen resultado que ha dado este tipo se ha construído una automotora de dos pequeños carruajes con una longitud de 13,30 metros.

Finalmente, no estará de más recordar también otro tipo provisto de un motor de 250 caballos que permite obtener velocidades variables hasta de 100 á 120 kilómetros por hora. Con estas automotoras es posible adoptar el sistema de unidad múltiple por medio de disposiciones especiales ideadas por Pieper. Se podrán así formar trenes con dos automotoras, una en cabeza y otra en cola, capaces de remolcar un tren compuesto de tres ó cuatro carruajes, ó sea transportar al mismo tiempo 500-600 viajeros y recorrer cerca de 800-1.000 kilómetros sin nueva provisión de benzol.

Los ferrocarriles belgas habían pedido en Junio de 1914 algunas automotoras Pieper, capaces de marchar á la velocidad de 60 kilómetros por hora, teniendo un motor de combustión de seis cilindros, de 120 caballos, provistas de dos dínamos y de una batería de 120 acumuladores; su longitud sería de 20,25 metros y se las destinaba á remolcar uno ó dos vagones de viajeros. Los acontecimientos sobrevenidos han suspendido todos los trabajos.