

Si la presión aumenta á la salida, el émbolo corre hacia la izquierda y las aberturas *m* quedan cerradas en parte; la salida y por consiguiente la presión disminuyen; en el caso contrario, el émbolo se mueve hacia la derecha, el gas penetra en mayor cantidad, y la presión y la salida recobran su valor normal. Así pues, en virtud de este mecanismo automático queda asegurada la regulación de la presión del aire introducido en la caja distribuidora.

VI

APLICACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO Á LOS CARRUAJES DE LOS TRANVÍAS

La figura 221 representa un carruaje que ha funcionado en diciembre de 1875 en el tranvía que va desde la plaza de la Estrella hasta Courbevoie. El motor de esta

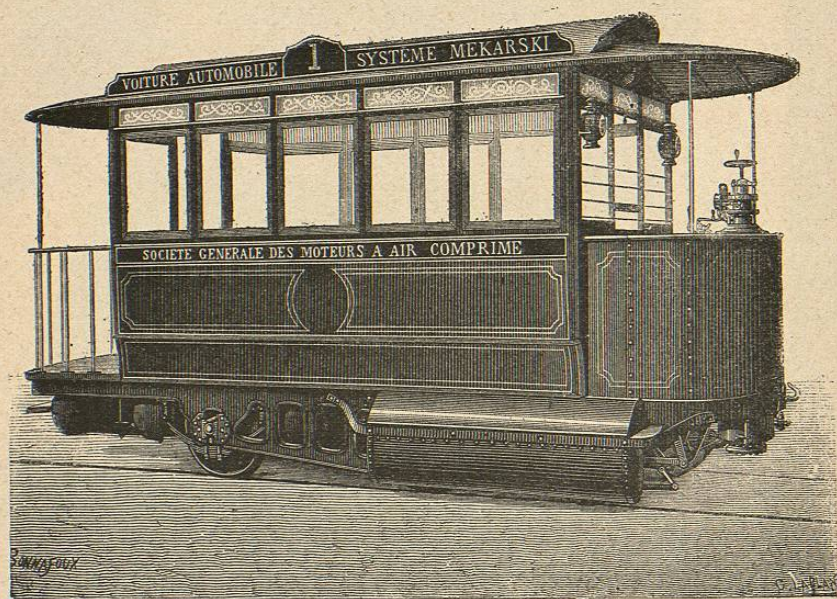


Fig. 221.—Carruaje automóvil de Mekarski movido por el aire comprimido

nueva máquina es también el aire comprimido. Vense entre las ruedas dos depósitos cilíndricos; en estos cilindros, que son muy resistentes, una máquina fija instalada en las estaciones extremas comprime el aire á la presión de 25 atmósferas. Utilízase la fuerza elástica de este aire como en las locomotoras de vapor, y pone en movimiento un mecanismo semejante al de éstas. Lo que constituye la originalidad de la invención del ingeniero M. Mekarski es el aparato que tiene por objeto mantener á una presión constante el aire comprimido que sale de los depósitos. Este *regulador de presión* va colocado en la parte anterior del carruaje entre los cilindros motores. Tropezábase con una dificultad que afortunadamente parece allanada: la de obtener la expansión sin los inconvenientes del enfriamiento que produce y que al cubrir de hielo las paredes de los cilindros hubiera entorpecido el mecanismo. A este efecto, antes de ir á parar al regulador de presión el aire que sale de los depósitos, pasa por otro depósito lleno de agua á 150° ó 170°. Caliéntase allí, y por consiguiente al efectuar la expansión no se enfría tanto, aparte de que el vapor con el cual se mezcla le cede una porción de su calor latente.

Ninguna trepidación, ningún ruido, un manejo muy fácil y gran regularidad en la marcha, tales son las cualidades principales del nuevo motor, que no tardará mucho en adoptarse, si la cuestión del precio de coste es favorable al nuevo sistema.

No debemos terminar sin hacer mención de otra aplicación importante del aire comprimido en las vías férreas, y es la que tiene por objeto enfrenar los vagones de un modo continuo y automático. En los sistemas de freno á mano, la maniobra es insegura, pues el maquinista al tropezar con un obstáculo imprevisto ha de transmitir la orden de acortar los frenos á los empleados que tienen á su cargo esta operación. Por el sistema de frenos continuos se pueden enfrenar á la vez todos los carruajes, desde la locomotora y el tender hasta el último vagón. Los inventores han sacado la fuerza necesaria para ello, ya de la electricidad ó ya de la presión atmosférica ó del vacío, ó ya en fin del aire comprimido, habiéndose dado diferentes soluciones á tan interesante problema. Una de las más ventajosas es el freno Westinghouse, que funciona con aire comprimido. El ingenioso mecanismo que lo constituye es demasiado complicado para que podamos dar aquí una descripción detallada de él.

CAPÍTULO VI

TELEGRAFÍA NEUMÁTICA.—RELOJERÍA NEUMÁTICA

I

PRIMEROS ENSAYOS DE ESTACIÓN NEUMÁTICA

En el capítulo anterior hemos visto que desde principios de este siglo se ha tratado muchas veces de utilizar la presión del aire, ya para la circulación de carruajes por las carreteras y ferrocarriles, ya para el acarreo de mercancías, paquetes ó cartas. Los inventores de este sistema, Medhurst y Wallace, tan sólo se valieron en un principio de la presión atmosférica: el ferrocarril atmosférico de Kingstown, y luego el de San Germán, han demostrado que la idea era realizable, por más que el sistema, demasiado costoso y complicado, hiciese su aplicación, ya que no imposible, por lo menos muy poco económica.

Posteriormente, varios inventores han combinado la acción de la presión atmosférica ó del vacío con la del aire comprimido. Citaremos desde luego, por orden de antigüedad, la estación neumática (ó *pneumatic dispatch*) de Rammel, establecida en Londres en 1854, y cuya descripción en principio es la siguiente.

En este sistema el tubo por donde marchan los vagoncillos que llevan los despachos forma un pequeño túnel de hierro de 0^m,84 de diámetro que tiene un par de rieles en su parte inferior. Los vagones son cajas de hierro, de la misma forma exterior que la del túnel, con una separación de unos 0^m,30 entre sus paredes y las del tubo. El aparato motor, al cual ha dado su inventor M. Rammel el nombre de *inyector neumático*, está instalado en una de las estaciones y dispuesto de modo que produce sucesivamente, ora aire comprimido cuya fuerza motriz empuja por detrás á los vagones que van á la estación opuesta, ó bien hace cierto grado de vacío ó de enrarecimiento del

aire que ocasiona su regreso. Vese, pues, que no se utiliza tan sólo la presión atmosférica, sino también la fuerza almacenada de cierta cantidad de aire comprimido, es decir, condensado de modo que su presión sobrepuje á la de la misma atmósfera.

El *pneumatic dispatch* de Londres no funcionaba en su origen sino en una distancia de 500 metros, entre la estación de Euston y la de la administración de correos de la calle de Eversholt.

Aquí podemos añadir algunas palabras acerca de ciertos ensayos de vías férreas, cuyos carruajes están movidos del mismo modo que los vagoncillos conductores de despachos del *pneumatic dispatch*.

Por ejemplo, M. Rammel ha realizado en Londres la idea concebida por Wallace, la cual consistía en hacer recorrer el interior del tubo neumático á todo un tren con sus

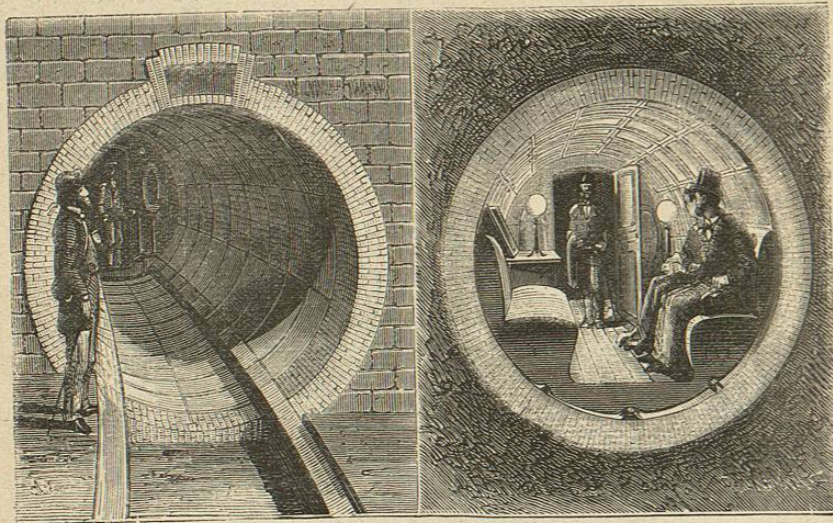


Fig. 222.—Ferrocarril atmosférico de Nueva York

Fig. 223.—Vista interior del vagón

diferentes carruajes, constituyendo así un émbolo gigantesco. Dicho físico construyó una línea de prueba en el parque de Sydenham. El primer carruaje del convoy lleva por delante un disco de diámetro poco menor que el del túnel, provisto en toda su circunferencia de un rodete ó cepillo que basta para interceptar lo suficiente el paso del aire. Así como en el tubo destinado al transporte de despachos, el vacío sirve solamente para hacer que regrese el tren, al que durante el viaje de ida empuja el aire comprimido.

También se construyó en 1870 en Nueva York un pequeño ferrocarril atmosférico de corta longitud, que iba desde Warren street á la extremidad menos elevada de la Cité, junto al río del Norte. El túnel, de forma cilíndrica, tiene en su parte inferior dos rieles por los cuales corre un solo carruaje de viajeros, que tiene casi el mismo diámetro que el túnel, por cuyo interior circula empujado por la presión del aire. Las figuras 222 y 223 representan dicho camino atmosférico y el interior del vagón.

Las máquinas para poner en movimiento los trenes de tan singular camino de hierro son, por una parte, una máquina de vapor de la fuerza de 100 caballos, y por otra, una máquina insuflante puesta en acción por la primera y capaz de lanzar al interior del túnel cerca de 3,000 metros cúbicos de aire por minuto. Por lo demás, el camino atmosférico de Nueva York, lo propio que el de Sydenham, no pueden considerarse sino como ensayos en que la curiosidad prevalece sobre la utilidad práctica.

Pasemos ahora á ocuparnos del sistema de telegrafía neumática de París, y demos ante todo una idea del modo cómo funcionaba en su origen.

La primera comunicación de este género se estableció entre las dos estaciones del Gran Hotel y de la plaza de la Bolsa. Un tubo de 1,100 metros de largo y 0^m,065 de diámetro enlazaba por cada uno de sus extremos dos cámaras que servían para intro-

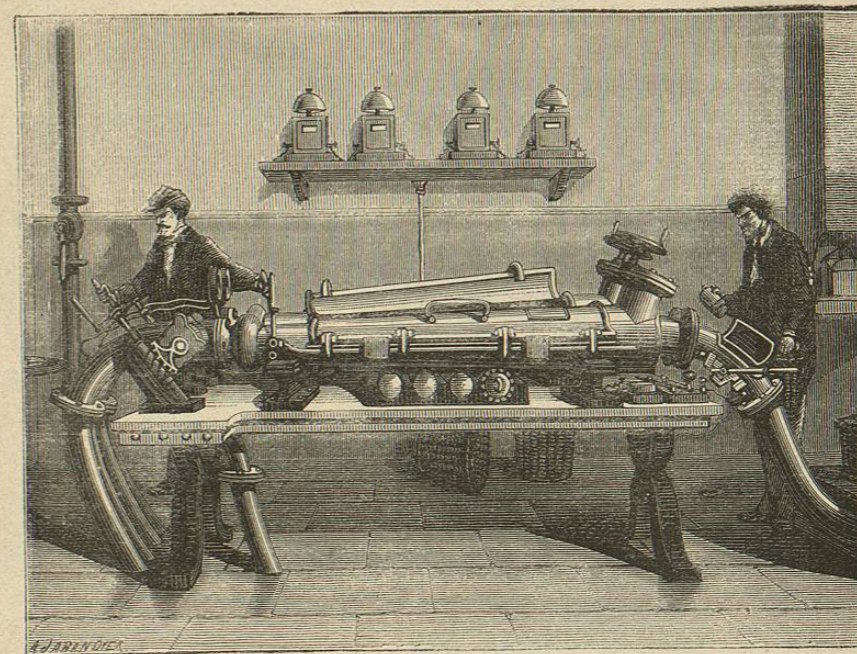


Fig. 224.—Antiguo aparato de transmisión y recepción de despachos de la estación neumática de París

ducir en el tubo ó para sacar de él el émbolo portador de los despachos (fig. 224). Este émbolo, de forma cilíndrica, consistía simplemente en una caja cerrada por un extremo y provista en el otro de una tapadera de quita y pon (fig. 225): los despachos, metidos en su correspondiente sobre, se colocaban en esta caja. Mediante una guarnición de cuero se adaptaba el émbolo exactamente á las paredes del tubo, de modo que no daba paso al aire comprimido.

Cada cámara se podía poner á voluntad en comunicación, por medio de dos llaves, ya con el aire exterior, si se habían de recibir los despachos, ó ya con el depósito de aire comprimido, si se trataba de expedir el émbolo conductor de ellos.

Comprimábase el aire de un modo tan sencillo como económico, mediante la presión del agua de los depósitos de la ciudad que, en cada una de las dos estaciones, equivalía á un salto de unos 15 metros de altura. A este efecto había instaladas tres cubas de hierro cerca de cada estación: una de ellas recibía el agua que, conforme la iba llenando, impelía el aire situado sobre el líquido y lo comprimía en las otras dos cubas. Va-

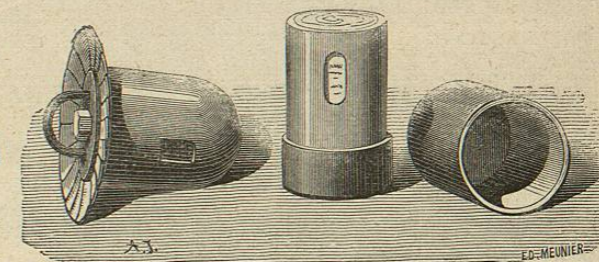
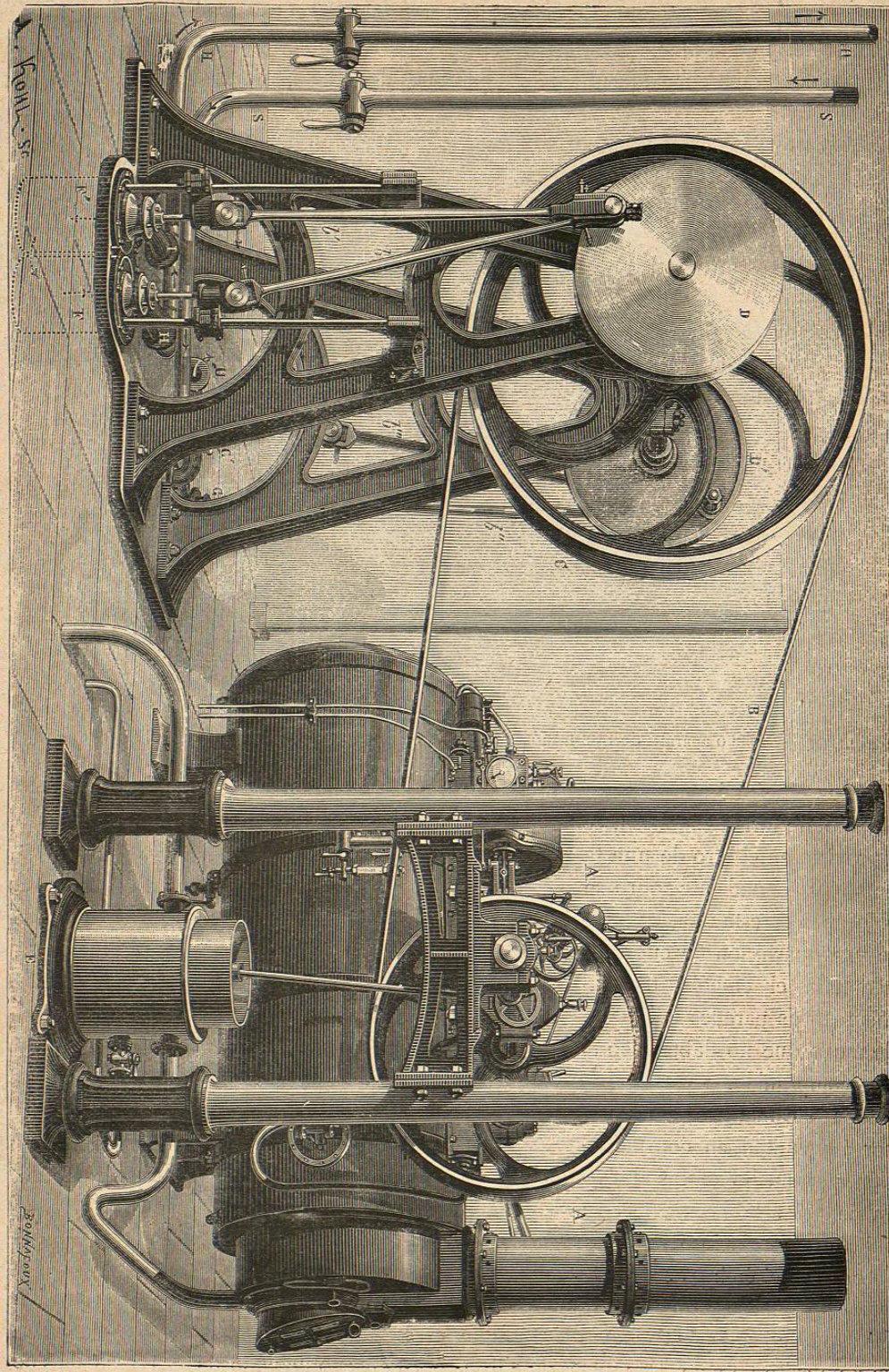


Fig. 225.—Émbolo y caja de despachos de la estación neumática

Fig. 226.—Telégrafo neumático: Bombas de compresión y máquina de vapor de la estación central



ciendo la primera por una espita, poniendo su pared superior en comunicación con el aire libre, y dando entrada en seguida al agua de las cañerías, se podía repetir indefinidamente la misma operación y obtener en las otras dos cubas el aire comprimido á la presión necesaria. Tres minutos bastaban para conseguir este resultado, y el émbolo, empujado en el tubo por la fuerza del aire comprimido, llegaba al punto de su destino en 90 segundos, lo que equivale á una velocidad media de 12 metros por segundo.

La presión en realidad empleada no excedía de 1 atmósfera $\frac{3}{4}$, y la capacidad de los depósitos de aire comprimido comparada con la del depósito de agua era tal, que al fin del trayecto la presión excedía aún de 1,20 atmósfera. En un principio el aire comprimido era el único motor, mas en breve se introdujo en el sistema un perfeccionamiento importante. A cada maniobra se hizo servir la presión del agua, no tan sólo para comprimir el aire que impulsaba al émbolo portador de despachos, sino también para enrarecer dicho fluido y hacer regresar el émbolo al punto de partida.

Con esta instalación sencillísima se podían expedir trenes de despachos cada cuarto de hora, y aun cada 12 minutos al mediodía, en que son siempre más numerosos los telegramas.

La telegrafía neumática parisiense, limitada primeramente á un corto trayecto y á dos estaciones, ha tomado de día en día mayor incremento.

Ya en 1873 había diez y siete estaciones de distrito, además de la central, situada en la calle Grenelle, cerca de la administración telegráfica y de las oficinas de recepción de todos los despachos. Hoy día el servicio ha adquirido tanta importancia que ha sido menester modificar las máquinas y los aparatos y, mediante ciertos perfeccionamientos, ponerlos en estado de satisfacer las crecientes exigencias de la distribución de telegramas en la gran ciudad.

Así pues, al sistema hidráulico, del que acabamos de hablar, se ha sustituido la fuerza del vapor, más expedita y más económica á la vez. Los aparatos de transmisión y recepción se han perfeccionado también de varios modos. Vamos á describir sucintamente unos y otros, con el auxilio de las figuras 226 y 227, que representan la instalación actual de la estación central.

En la primera de dichas figuras se ve en AA la máquina motriz de vapor que transmite el movimiento por la correa BB al sistema de bombas de compresión y de enrarecimiento del aire. El volante C lleva dos excéntricas D y D', en las cuales se articulan dos sistemas de bielas, $b\ b'$ por una parte, y $b''\ b'''$ por otra. Las dos primeras bielas mueven simultáneamente los émbolos de los cilindros F y F' que constituyen con ellas una bomba de compresión de doble efecto, pues F' aspira en I el aire de la atmósfera, lo envía á F y desde allí, por el tubo HHH', al depósito J que se ve bajo el pavimento de los aparatos en el segundo grabado. El otro sistema de bielas $b''\ b'''$ pone en movimiento los émbolos de los cilindros GG'; pero el juego de las válvulas en estos cilindros es precisamente inverso del de las válvulas de los cilindros FF'; más claro: al paso que éstos hacen las veces de bomba de compresión, los otros producen el vacío por los tubos SSS' en un segundo depósito J', situado junto al de aire comprimido.

Si se han comprendido bien todas estas operaciones opuestas, es decir, la de la producción del aire comprimido y la del enrarecimiento del aire en dos depósitos separados, con la misma facilidad se comprenderán las que tienen por objeto la transmisión ó recepción de un grupo de despachos. Para esto consideremos la figura 227.

Describamos ante todo el modo de transmisión.

Supongamos que se trata de expedir una caja de despachos de la estación central

á otra de distrito con la cual comunica la primera por el tubo de canalización Q. Este tubo va á parar, como se ve, al interior de una columna vertical, en la que se introduce la caja N con la mano por una puertecilla practicada á conveniente altura, estando sostenida al principio por una valvulita O, que se puede acercar ó separar con la manivela P.

Para expedirla, se empieza por dar vuelta al volante M, el cual pone en movimiento una llave adaptada á L; ábrese esta llave, y al punto penetra el aire comprimido del depósito J, por los tubos KKK', en el aparato de transmisión, impeliendo allí por detrás la caja de despachos. Retirando la manivela P, la válvula O, que la detiene, baja, é instantáneamente se pone el tren en marcha.

Veamos ahora cómo se efectúa su recepción. Ante todo debemos decir que todas las estaciones están enlazadas con la central por una comunicación eléctrica. En el momento de la transmisión, el empleado la anuncia haciendo sonar un timbre; el que se halla en la estación receptora maneja la llave del segundo aparato de modo que se establezca la comunicación con el depósito de vacío ó de aire enrarecido J', para cuyo objeto sirven los tubos TTT'. Entonces se baja la manivela que abre la válvula O', y al punto baja la presión del aire contenido en el tubo V, delante del tren. A éste lo empuja por un lado el aire comprimido; por otro, la resistencia ha disminuido, y la caja de despachos va á parar al fondo de la pequeña cámara X, donde un ruido seco indica además su llegada. Ciérrase la válvula O', se abre la puerta Y, y se extrae la caja.

Después de cada operación se restablece la comunicación entre los aparatos y los tubos de comunicación con la atmósfera; los tubos ZZ', provistos de una llave, sirven para establecer esta comunicación.

Réstanos decir una palabra acerca del modo cómo se remedian ciertos inconvenientes que pueden resultar, y que resultan efectivamente, aunque rara vez. Nos referimos especialmente al caso en que una caja de despachos, en lugar de recorrer toda la distancia comprendida entre la estación expedidora y la receptora, se detuviera en cualquier punto de la canalización subterránea. Puede dimanar este percance de alguna avería ocurrida en el tubo, por ejemplo en las juntas, resultando de aquí un escape de aire, ó también una saliente ó desnivel puede detener alguna caja de despachos, cosa muy rara, gracias al cuidado con que se ensamblan los tubos y al pulimento de su superficie interior. Por último, lo más frecuente es que una de dichas cajas se abra ó que se disloque la guarnición del émbolo. En estos casos, se empieza por apelar en una ú otra estación, ó en las dos sucesivamente, á la acción del aire comprimido que pueda bastar para salvar el obstáculo. Si este medio no da resultado, es preciso registrar el punto donde ha ocurrido el percance y desmontar los tubos. Pero ¿en qué sitio exacto del trayecto está detenida la caja? Para resolver este problema, se mide la presión interior del tubo detrás de la caja, y se la compara con la presión en el momento de la partida. La diferencia hallada procede evidentemente del aumento de volumen que ha experimentado el aire comprimido á causa del movimiento de avance de la caja desde la estación hasta el punto de interrupción.

Se ha propuesto un medio más preciso, que consiste en emitir un sonido intenso, por ejemplo un pistoletazo, en la abertura del tubo de canalización, y en contar el número de segundos que transcurren entre el sonido primitivo y el que vuelve al punto de partida á consecuencia de la reflexión en la cara posterior de la caja. Este espacio de tiempo es doble del que necesita una onda sonora para recorrer la distancia buscada. Mas para que este medio tenga alguna precisión es menester que un aparato especial

de anotación gráfica marque en un cilindro los segundos y fracciones de segundo por

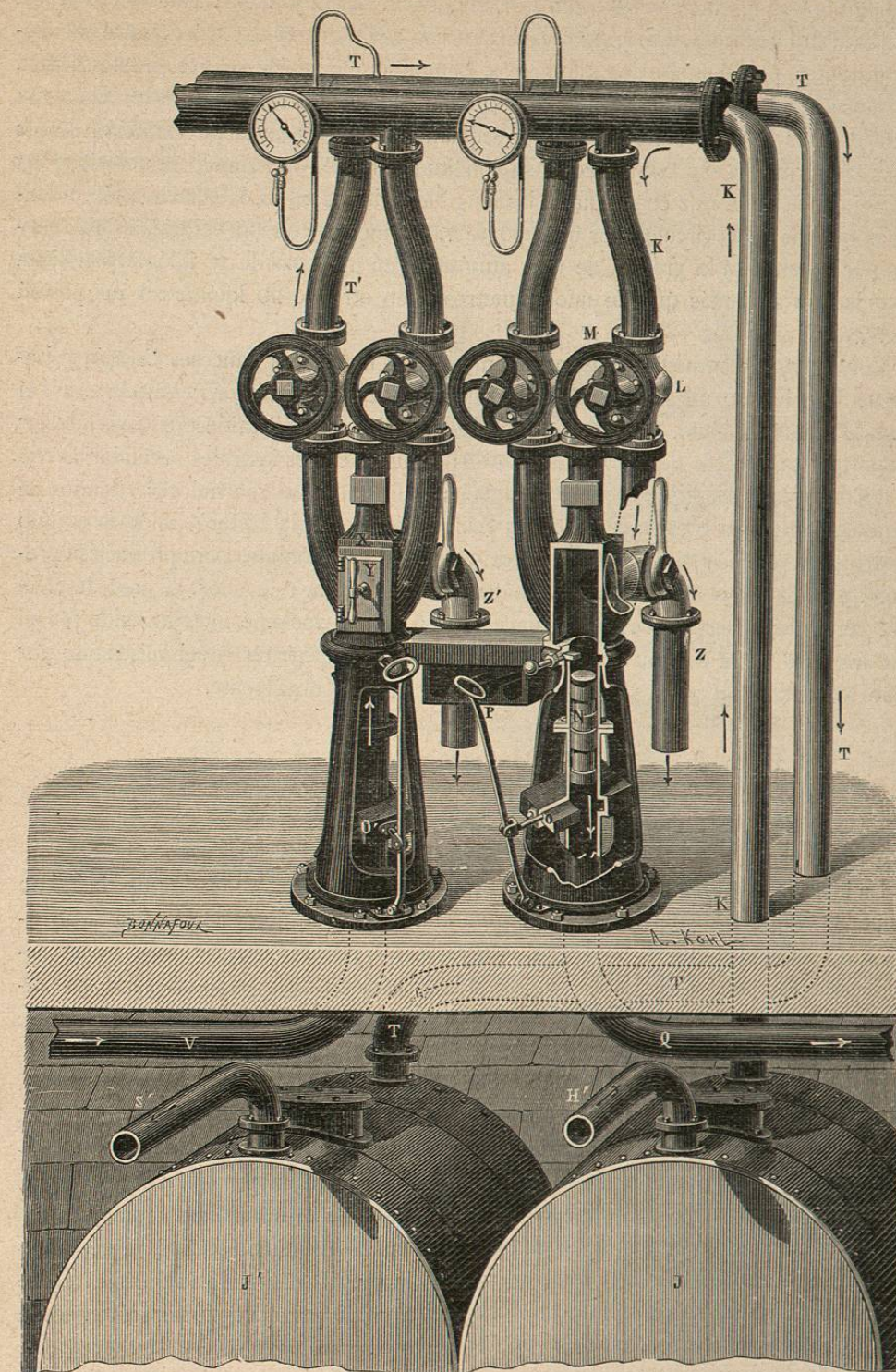


Fig. 227.—Telégrafo neumático: aparato de transmisión y recepción de despachos de la estación central una parte, así como las idas y venidas (por reflexión) de la onda sonora. No sabemos que se haya aplicado en realidad este ingenioso procedimiento.