

crónicos. El electro-imán E (fig. 335) es de una estructura especial: está formado de dos piezas de hierro dulce alrededor de las cuales se enrollan los carretes, y situadas sobre los polos de un imán permanente A de herradura. Cuando la corriente no pasa, las armaduras del electro-imán atraen la paleta de la palanca p que se apoya contra ellas; pero no bien pasa, como obra en sentido contrario del magnetismo permanente, el hierro dulce se desmiana; la palanca p cede á la acción de un muelle r y se separa de las armaduras. La paleta levanta en su movimiento una palanca l que actúa á su vez sobre una del eje impresor, el cual participa del movimiento de los demás ejes, y después de dar una vuelta, este engranaje se suelta y el eje se detiene.

Veamos ahora cómo puede efectuar este eje la impresión de la letra cuya tecla correspondiente ha producido, al bajarse y al emitir la corriente, los efectos mecánicos

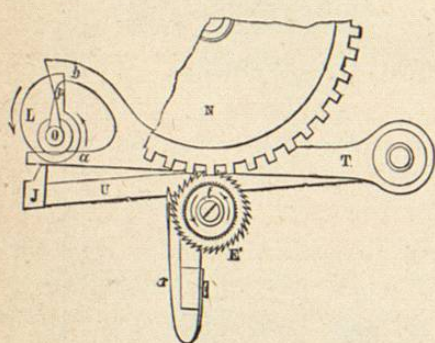


Fig. 336.—Mecanismo de la impresión en el aparato de Hughes

que acabamos de describir. El eje impresor lleva una excéntrica aguda p (fig. 336), que á cada movimiento de rotación da contra el diente b de una palanca abT y la levanta; cuya palanca obliga al rodillo impresor M (fig. 333) á apoyar la cinta de papel en la letra dada de tinta de la rueda de tipos que pasa en este momento. Pues bien, esta letra, á cada paso de la corriente, es precisamente la misma cuya tecla ha dado lugar á que se levante la lengüeta en el agujero del disco G y la pieza del carro que pasa por encima. La letra resulta impresa al vuelo, por decirlo así,

por cuanto la rueda de tipos no se detiene. Las otras tres excéntricas del eje impresor sirven, la una, en forma de caracol, para bajar la palanca IU que lleva una palanca r , la del movimiento del papel, y hace avanzar un diente á la rueda dentada E; la cinta de papel avanza así; la tercera excéntrica sirve para actuar sobre los dientes de la rueda correctriz, reparando así las desviaciones, retrasos ó adelantos de esta rueda, y restableciendo la concordancia perfecta entre la rueda de tipos y el carro; por último, la cuarta sirve para colocar de nuevo los aparatos en el blanco de la rueda de tipos.

Hé aquí cómo se procede para transmitir un despacho:

El empleado de la estación transmisidora llama á la estación á la cual debe transmitir el despacho, soltando la manecilla que sujeta el freno del volante del aparato de relojería, que se pone en marcha, y en seguida baja una tecla blanca para hacer resonar el timbre de la estación recibidora. Avisado el empleado de ésta, pone su aparato en marcha, y los dos empleados, bajando simultáneamente la palanca de detención Q, arreglan sus aparatos, es decir, ponen las ruedas de tipos en el blanco; luego ven si hay sincronismo, repitiendo cierto número de veces una misma letra, la A por ejemplo. Si hay concordancia de velocidad, se repite siempre la misma letra; si no, se repite la anterior ó la siguiente á A, y marca el retraso ó el adelanto. El sincronismo se arregla actuando sobre un regulador de péndulo cónico ó sobre una lengüeta vibrante.

Una vez arreglados los aparatos, la estación expedidora transmite sucesivamente las letras de que se compone el despacho, manipulando el teclado; el telegrama se imprime simultáneamente en las dos estaciones, y se envían al destinatario, tales como se han recibido, las cintas impresas, cortadas en fragmentos de igual longitud y pegadas en una hoja de papel.

Por esta descripción, un tanto prolija, y aun cuando hemos tenido que hacer caso omiso de ciertos detalles del mecanismo, se ve que el telégrafo impresor de Hughes es mucho más complicado que los sistemas anteriormente descritos. Pero esta misma complicación, necesaria para resolver todas las dificultades del problema, hace aún más admirable el resultado obtenido, resultado verdaderamente maravilloso, cuando se piensa que la rapidez de transmisión es dos ó tres veces mayor que la del aparato Morse, pues al paso que con éste se cursan por término medio de veinte á veinticinco despachos de veinte palabras por hora, el Hughes imprime de cincuenta y cinco á sesenta en el mismo tiempo, por cuya causa es de uso muy frecuente en la red telegráfica europea y sobre todo en las líneas de mucho servicio.

III

APARATOS AUTOGRÁFICOS. — SISTEMAS CASELLI, MEYER Y EDISON

Hemos dicho que la idea de utilizar las propiedades electrolíticas de la pila para transmitir signos data de los primeros años de este siglo; yendo unidos á las primeras tentativas hechas al efecto los nombres de Coxe, Sæmmering y Schweigger. En el telégrafo del segundo de estos físicos se marcaban las señales mediante el desprendimiento de burbujas de hidrógeno. En 1839 valióse E. Davy de las reacciones electroquímicas para imprimir los signos en una hoja de papel ó en una tela convenientemente preparada. Doce años después, Bain construía su telégrafo impresor, basado en la propiedad que tiene la corriente voltaica de descomponer el cianuro de potasio produciendo un compuesto de color, el azul de Prusia, que se deposita en el papel del receptor, siempre que pasa la corriente y mientras dura su paso. Siendo el manipulador y el receptor iguales á los del sistema Morse, en la cinta de papel del aparato Bain salían puntos ó rayas azules más ó menos largas, cuya combinación constituía el despacho. En un principio, dicho físico hacía describir al punzón metálico del receptor una espiral compacta en una hoja de papel común, pero el principio era el mismo.

Posteriormente se han inventado otros telégrafos electroquímicos, pero no puede entrar en nuestro plan el describirlos. Solamente queremos relacionar estos sistemas con los aparatos conocidos hoy con los nombres de *telégrafos autográficos* ó de *pantelégrafos*, y que han recibido la sanción de una experiencia verdaderamente práctica.

En estos telégrafos impresores de nuevo género ya no se trata solamente de transmitir signos que, como los aparatos escritores, dejan rastro del despacho, ó de que los reproduzcan é impriman en caracteres alfabéticos, sino que el problema propuesto y resuelto con asombroso ingenio consistía en obtener en la estación recibidora la reproducción fiel, el verdadero facsimile del carácter de letra del despacho, y hasta dibujos, mapas, planos y retratos, en una palabra, un verdadero autógrafo que el destinatario recibe del expedidor, de modo que aquél posea en caso necesario un documento auténtico. A primera vista, no puede darse nada más extraordinario que la solución de semejante problema, y sin embargo, vamos á ver que en el fondo se comprenden fácilmente los medios merced á los cuales se ha realizado esta solución.

Supongamos que en dos estaciones colaterales se han puesto dos placas de cobre MR (figura 337) en comunicación con tierra T. Sobre la placa M de la estación expedidora se coloca una hoja de papel metalizado, en cuya hoja ha escrito el expedidor, de su puño y letra, el texto del despacho con tinta grasa aisladora. En la placa R de la otra

estación se pone una hoja de papel impregnada previamente de cianuro amarillo de potasio y de hierro. En relación con la pila y con el hilo de línea hay dos punzones ó estiletos de hierro *s s'* que pueden moverse describiendo sincrónicamente y con igual velocidad líneas paralelas muy juntas en las dos hojas de papel. Más adelante veremos cómo se imprime el movimiento á estos estiletos, y cómo se regulariza por medio de péndulos que oscilan simultáneamente en ambas estaciones. En virtud de otro movimiento se van corriendo las hojas de papel á medida que quedan trazadas las líneas de

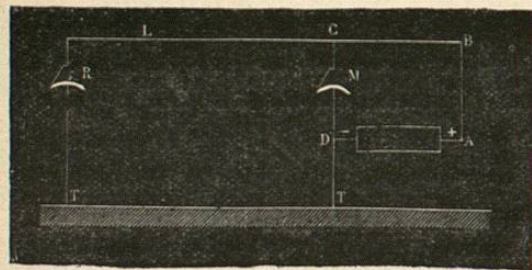


Fig. 337.—Principio del sistema autográfico de Caselli

que hablamos, de suerte que si el estilete *s* recorre totalmente en la placa del manipulador la superficie del papel en que está escrito el despacho, el estilete *s'* recorrerá precisamente en el mismo espacio de tiempo una superficie igual en el papel químico de la placa de la estación de destino.

Del sistema de comunicación eléctrica marcado en la figura, resulta lo siguiente: siempre que el estilete *s* toca la parte metálica ó conductora del despacho, la corriente de la pila pasa por el circuito ABCD, que ofrece á la electricidad mucha menos resistencia que el hilo de línea, cuya longitud es relativamente considerable; la corriente va á parar á tierra en la estación de partida, y como no entra en el aparato receptor, éste no recibe nada.

Pero si el estilete del manipulador toca las partes aisladoras, es decir, si pasa por los trazos mismos del escrito ó del dibujo del despacho, se cierra el circuito en ABCD, pero queda abierto en la línea, y va á parar la corriente al estilete *s'* del receptor. Esta corriente influye químicamente en el punto de la hoja impregnada de cianuro por el que pasa la corriente para ir á tierra, y esta substancia se descompone, resultando azul de Prusia que queda marcado en el papel. Esta impresión se reproduce siempre que el estilete del manipulador encuentra partes señaladas con tinta aisladora; y el número de

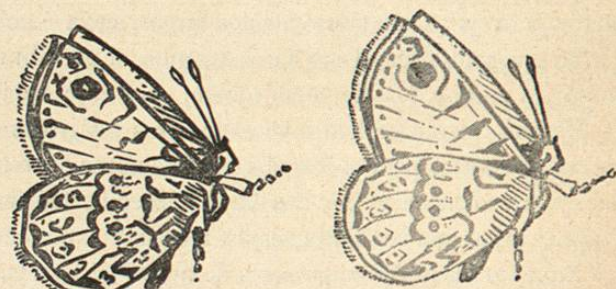


Fig. 338.—Facsimile de un dibujo reproducido por el pantelégrafo Caselli

trazos, y su longitud en cada línea recorrida sincrónicamente por los dos estiletos serán tan iguales en la estación de partida como en la de llegada. Por consiguiente, el despacho resultará reproducido idénticamente en el papel cianurado en trazos azules; la única diferencia con el original consistirá en que, no estando absolutamente en contacto las líneas sucesivas trazadas por los estiletos, los trazos del despacho reproducido no serán rigurosamente continuos. La figura 338 da una idea exacta de esta diferencia; pero se ve que no se altera en modo alguno la forma general del despacho primitivo, y que el aparato de este sistema puede llamarse con razón *telégrafo autográfico*.

Este sistema, cuyo principio acabamos de describir, es el de Caselli. Como no hay inconveniente en reproducir del modo indicado toda clase de escritos, dibujos y signos,

con tal que estén trazados en el papel metálico adoptado, compréndese la razón de la denominación de *pantelégrafo* dada á los aparatos de este sistema.

Su motor es un péndulo cuya varilla metálica, de 2 metros de longitud, pende de una sólida armazón de hierro, lastrada con una masa rectangular de hierro de 8 kilogramos. En la parte media de la varilla se articulan dos bielas que comunican el movimiento oscilatorio del péndulo, por una parte al aparato *transmisor*, y por otra al *receptor*. Como estos dos aparatos funcionan separadamente, una de las bielas se desprende cuando la otra recibe su movimiento de vaivén, siendo esta biela la que produce el del estilete en la superficie del transmisor, donde está colocado el despacho. He aquí cómo:

La biela está articulada con la palanca que lleva el punzón, haciéndola describir en sus oscilaciones sucesivas, así como al estilete, una serie de arcos de círculo paralelos entre sí y á la superficie cilíndrica de metal en la cual está sujeto el papel metalizado del despacho (fig. 339). Cuando el péndulo hace una oscilación completa, el estilete cursor se mueve de izquierda á derecha y recorre el despacho en toda su anchura. Al final del movimiento, el cursor tropieza con una pieza metálica y el choque vuelve la pieza que lleva el estilete, de suerte que éste se levanta y se aparta del papel mientras dura la oscilación siguiente; así pues, el aparato no funciona sino durante una media

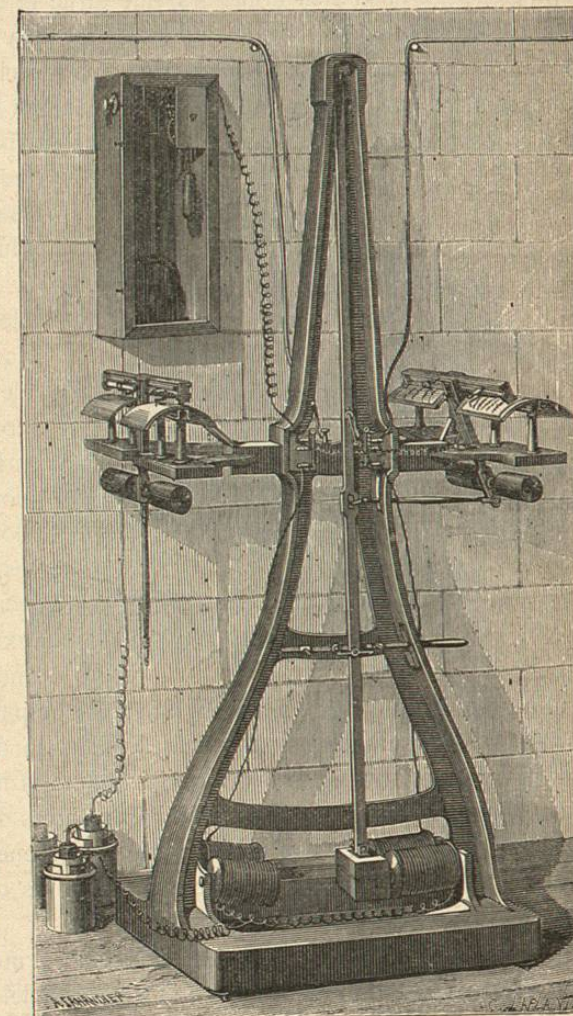


Fig. 339.—Pantelégrafo Caselli

oscilación del péndulo. El motivo de esta disposición consiste en haber demostrado la experiencia que no había identidad entre los efectos producidos por las oscilaciones de sentido contrario; mas el aparato transmisor es doble para utilizar estas oscilaciones, sólo que los mecanismos están invertidos, sucediendo lo propio en los receptores. De aquí resulta que no se pierde tiempo alguno, y que se pueden transmitir y recibir dos despachos simultáneamente.

Para que el pantelégrafo Caselli funcione bien, es condición indispensable que haya sincronismo perfecto entre los movimientos del péndulo de la estación de partida y los del de la estación de llegada. Y no tan sólo deben ser isócronas sus oscilaciones, sino que sus amplitudes han de ser enteramente iguales, para que los estiletos se muevan

simultáneamente en las dos estaciones y estén animados en el mismo instante de velocidades también iguales. En cada uno de los extremos del arco que describe la masa del péndulo hay un electro-imán situado en el sentido del arco, con sus armaduras enfrente de la masa de hierro, cuando ésta llega al término de cada oscilación, sea á la derecha ó sea á la izquierda. En este momento, una corriente emitida por un cronómetro regulador—el que se ve á la izquierda y á la parte superior de la figura 339—anima el electro-imán y su armadura, que atrae la masa del péndulo, la mantiene inmóvil un instante, y por consiguiente hace que cada oscilación sea de la misma amplitud. La interrupción de la corriente se efectúa por el movimiento mismo del péndulo del cronómetro que, á cada doble oscilación, separa un pequeño muelle y abre el circuito. El conmutador, cuya función consiste en dar paso á la corriente é interceptarla,

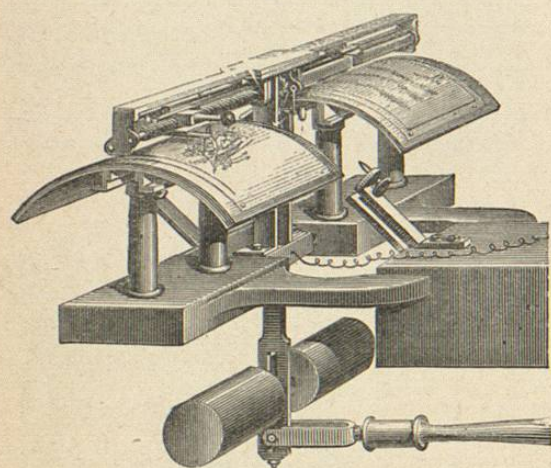


Fig. 340.—Transmisor y receptor del pantelégrafo Caselli

El papel cianurado en que se imprimen los despachos telegráficos debe estar cuidadosamente preparado, y conservado á un grado de humedad conveniente. Hasta la calidad del papel tiene su importancia. Las hojas metalizadas que sirven para escribir los despachos con una tinta especial son hojas de papel blanco plateadas esmeradamente en la prensa y con anchos márgenes. Tienen tres rayas: una sirve de punto de partida para la marcha del estilete cursor, y las otras dos marcan los límites del despacho.

Por lo demás, no hay nada tan sencillo como el modo de funcionar del pantelégrafo. Colócase el despacho escrito sobre la superficie del cilindro transmisor. El empleado de la estación da la señal de aviso con el timbre ó por cualquier otro medio, y en seguida pone en marcha el péndulo. La transmisión del despacho es automática, sin que el empleado tenga que efectuar manipulación alguna, y por consiguiente sin necesidad de adquirir conocimientos especiales. Como se pueden transmitir simultáneamente dos despachos, y por otra parte no hay inconveniente en que se use un sistema de escritura abreviado, por ejemplo la taquigrafía, la transmisión puede ser muy rápida. "Los largos péndulos del telégrafo Caselli, dice M. Quet, efectúan por lo regular cuarenta oscilaciones por minuto, y los estiletes trazan cuarenta rayas separadas entre sí $\frac{1}{3}$ de milímetro. Así pues, las rayas extremas trazadas en un minuto por los estiletes distan una de otra 13 milímetros, y en 20 minutos, 260. Como se da á las rayas 11 centímetros de longitud, resulta que el aparato Caselli reproduce en veinte minutos el facsímile del escrito, de los retratos ó de los dibujos trazados en una hoja metalizada

recibe á su vez su movimiento de una pieza articulada á frotamiento duro en la varilla del péndulo.

Vese, pues, que el sincronismo de los dos péndulos en ambas estaciones depende de la concordancia de los movimientos de los péndulos cronométricos que acompañan á los primeros. Estos cronómetros reguladores, cuyos péndulos marchan con doble velocidad que los del pantelégrafo, se regulan separadamente con toda la exactitud apetecible, exactitud que facilitan los mecanismos de relojería que los componen.

de 11 centímetros de ancho por 26 de largo. Para que la reproducción salga con limpieza es menester que el carácter de letra sea algo grande y muy legible.,

En 1865 se abrió al servicio público la línea de París á Lyon y Marsella para la transmisión de despachos con este sistema maravilloso, hoy día desechado (1).

M. Méyer, empleado de las líneas telegráficas francesas, ha ideado y construido un aparato autográfico, cuyo principio difiere del pantelégrafo Caselli, pero que funciona también con regularidad y rapidez notables, reproduciendo el facsímile de los despachos expedidos.

El transmisor del telégrafo autográfico Méyer (fig. 341) es un cilindro metálico en el cual se enrolla el despacho escrito como en el sistema Caselli. Este cilindro recibe un movimiento uniforme de un mecanismo de relojería regularizado por una varilla vibrante. Un punzón metálico situado sobre dos pequeñas barras-carriles se mueve á su vez en el sentido de las generatrices del cilindro, en cuya superficie describe por consiguiente una hélice ó espiral de vueltas muy juntas. Dicho punzón está enlazado con la pila y con el hilo de línea, y por lo tanto abre ó cierra el circuito entre las dos estaciones que comunican, según que encuentre en el papel metalizado partes conductoras ó partes aisladoras, es decir, según que toque la capa de plata del papel ó los trazos del despacho hechos con tinta. Hasta aquí, salvo la diferencia en la clase de movimiento, el principio de la transmisión es el mismo que en el pantelégrafo antes descrito.

El aparato receptor se compone de un cilindro animado de un movimiento de ro-

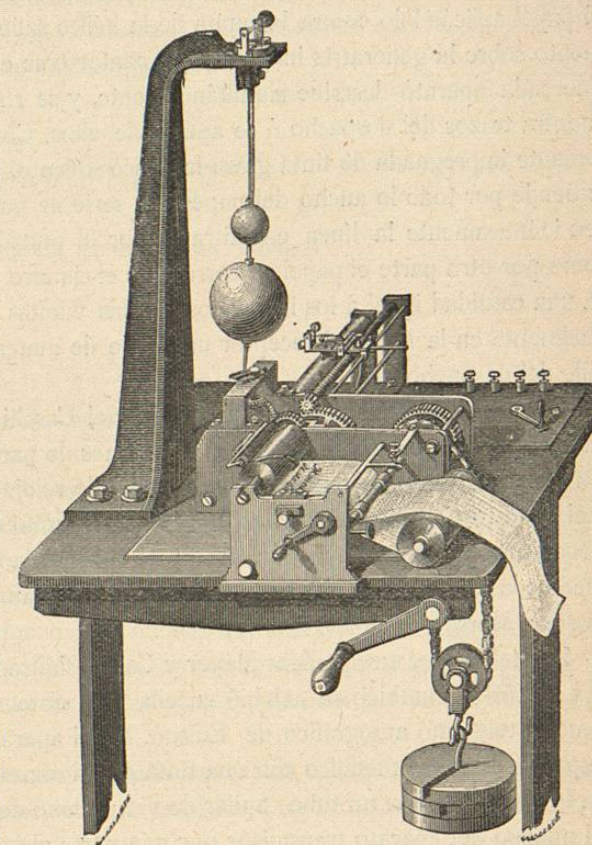


Fig. 341.—Telégrafo autográfico Méyer

(1) "Si no se ha generalizado su uso, dice con razón M. Bontemps, consiste en que en cierto modo no es indispensable para las necesidades comunes, pues el público no da al parecer gran importancia á la reproducción autográfica de los escritos. Por lo que respecta á la transmisión telegráfica de dibujos ó de cualesquiera figuras, debe considerarse como un caso puramente excepcional. El aparato Caselli se presta á muchas combinaciones: mencionaremos solamente, como experimento curioso, la reproducción telegráfica de un dibujo de varios colores. El punzón de hierro animado por la corriente da con el cianuro de potasio una tinta azul. Cuando se le sustituye con un punzón de cobre, resulta una tinta roja, obteniéndose con otros metales y otras disoluciones colores diferentes. Así pues, si en la estación de partida se descompone el dibujo en muchas hojas en cada una de las cuales se hayan trazado las partes correspondientes á un color determinado, y si en la de llegada se reciben las transmisiones sucesivas en un mismo papel, cuidando de usar para cada una de ellas el punzón y la disolución convenientes, se reproduce el dibujo de muchos colores.,

tación absolutamente idéntico al del cilindro transmisor. Mientras el uno da una vuelta, el otro la da también con velocidad uniforme. En la superficie del cilindro receptor va fijada una hélice saliente que se enrosca en toda la longitud de éste, y cuyo paso es precisamente igual á la longitud de la circunferencia del cilindro transmisor. Supongamos ahora que se coloca una hoja de papel paralelamente á la generatriz inferior del cilindro receptor y á corta distancia debajo de él, y que el aparato funciona. Cuantas veces se emita la corriente á la línea, es decir, cuando el punzón del transmisor encuentre partes aisladoras ó trazos del despacho, el movimiento de una paleta levanta el papel aplicándolo contra la punta de la hélice saliente que se encuentra en tal momento sobre la generatriz inferior. Este contacto se establece durante la vuelta entera que cada aparato describe simultáneamente, y se rompe siempre que el punzón encuentra trazos del despacho ó se aparta de ellos. Como un rodillo mantiene constantemente impregnada de tinta grasa la hélice saliente, resulta en una línea recta que se extiende por todo lo ancho del papel una serie de puntos ó rayas negras que reproducen idénticamente la línea encontrada por el punzón á cada vuelta del despacho; y como por otra parte el papel se corre bajo el cilindro de modo que á cada vuelta avanza una cantidad igual á los intervalos de las vueltas en espiral del punzón, resultará finalmente en la hoja del receptor una serie de marcas cuyo conjunto formará el facsímile del despacho.

El telégrafo Méyer exige, lo propio que el Caselli, el perfecto sincronismo de los movimientos de los aparatos en las estaciones de partida y de llegada. Toda la cuestión consiste, pues, en regular el mecanismo de relojería que sirve de motor. Vese que si el aparato Caselli es una combinación del telégrafo electro-químico de Bain, con un mecanismo particular cuyo sincronismo lo arregla la electricidad, el aparato Méyer se puede considerar como una combinación del telégrafo Caselli con ciertas partes de los sistemas Morse y Hughes.

Los telégrafos autográficos Méyer y Caselli figuraron en la Exposición de Electricidad de 1881. También se exhibió en ella otro sistema inventado por M. Lenoir, así como el telégrafo autográfico de Edison. En el aparato Lenoir se escribe también el despacho en papel metálico con una tinta aisladora; en la estación receptora se efectúa la impresión con un tubo capilar de vidrio lleno de tinta con glicerina; á cada paso del punzón del aparato transmisor por una parte aislada, es decir, sobre un trazo del despacho, la armadura del electro-imán de la estación receptora hace que la punta del tubo se apoye en el papel é imprima otro trazo igual. Gracias al sincronismo de los movimientos de los aparatos transmisor y receptor, el conjunto de los trazos impresos de este modo reproduce el despacho en facsímile.

Los aparatos de transmisión y recepción del sistema Edison son idénticos. Un motor eléctrico los pone en movimiento, y un péndulo cónico lo regulariza; dicho motor hace girar sincrónicamente en cada estación un cilindro; en el de la estación expedidora se enrolla el despacho escrito, y en el de la receptora el papel en que se debe recibir. Este despacho se traza en papel algo blando, no con tinta grasa aisladora, sino con un lápiz común algo duro, de lo cual resulta que todos los caracteres escritos con él aparecen trazados en hueco en el papel. Ahora bien, la rotación del cilindro transmisor produce en su superficie el movimiento en espiral de una angosta tira metálica que tiene en su extremo un agujero en el cual va metida una punta móvil de acero que se apoya en el papel del despacho. Mientras esta punta encuentra las partes lisas del papel, continúa al nivel de la placa metálica, pero si pasa por delante de un hueco, es de-

cir, de una parte escrita, baja, ocasionando este movimiento, mediante un contacto á propósito, la emisión de una corriente á la línea. El punzón del cilindro receptor, puesto en acción por esta corriente, produce al punto una raya azul en el papel que lo rodea, sucediendo lo mismo cuantas veces baja la punta á causa del relieve en hueco del despacho que se transmite. El conjunto de las rayas que resultan de este modo es la reproducción autográfica del escrito del despacho.

Todos los aparatos que acabamos de describir son muy ingeniosos; pero, según hemos dicho ya al tratar del pantelégrafo Caselli, ofrecen un interés teórico más bien que verdadera importancia práctica, á causa de lo raro de los casos en que los particulares necesitan transmitir la autografía de sus despachos.

CAPÍTULO V

APARATOS DE TRANSMISIÓN RÁPIDA

I

TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA. — EL JACQUARD ELÉCTRICO WHEATSTONE

La correspondencia telegráfica ha adquirido tan prodigioso incremento de cuarenta años á esta parte, sobre todo en ciertas líneas de gran extensión, que de día en día son insuficientes los sistemas más perfeccionados en cuanto á la sencillez de los signos y la rapidez de su transmisión. La habilidad de los mejores telegrafistas no ha bastado á subsanar esta insuficiencia, y en muchas estaciones hay días en que se aglomera el servicio de tal modo que se transmiten los despachos con gran retraso. La reducción progresiva del precio de los telegramas ha contribuído á aumentar los inconvenientes de esta situación.

¿Cómo remediarlos? ¿De qué modo se puede dar rápida salida al servicio de las líneas? Tal es el problema cuya solución se ha confiado á los directores é ingenieros telegráficos.

La idea que pareció al pronto más natural y sencilla fué multiplicar el número de hilos en las líneas de más servicio, aumentando en proporción el de los empleados encargados de la transmisión y recepción de despachos. Esta solución podía efectivamente ser aplicable á las líneas de corto trayecto y al interior de las grandes ciudades, siendo también, en tales condiciones, la más económica. Pero es impracticable en las líneas de mucha extensión, porque entonces el gasto de su primera instalación resultaba sumamente crecido.

Ha sido, pues, menester buscar de otro modo la solución del problema propuesto, discurrir medios á propósito para aumentar la capacidad de transmisión de un hilo ó, como se dice en lenguaje telegráfico, para cursar por él más servicio, lo cual se ha conseguido por distintas maneras, clasificándose generalmente en tres grupos los sistemas de transmisión rápida.

En el primero figuran los aparatos *transmisores automáticos*; en este sistema, los despachos se transmiten por series, de un modo continuo, sin exigir el trabajo de un empleado especial; en una palabra, la transmisión es automática.