

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.







positiva ó negativa, y en el contrario, queda interceptada la comunicación ó no pasa ninguna corriente.

En efecto, á causa del juego de las dos varillas H y H' y de los cuellos K y K' en que terminan, los brazos de palanca A y B ponen en movimiento un disco D, cuyos dos segmentos metálicos están aislados por una banda central: este disco oscila alrededor de su centro como el balancín R. Dos palancas C y Z en comunicación constante, la primera con el polo positivo de la pila y la segunda con el negativo, empujan alternativamente dos espigas fijas en cada mitad del disco. La figura 346 representa las posiciones sucesivas ocupadas por el disco á cada mitad de una de sus oscilaciones completas. Fácilmente se ve que en la primera posición pasa á la línea una corriente positiva, y en la segunda, una negativa. Estas corrientes alternativamente positivas y negativas se sucederían sin interrupción, si la cinta perforada pp' no estuviera en su sitio, porque entonces las varillas S y M no estarían limitadas en sus movimientos de ascensión, y por medio de las espigas 1 y 2, y a y b, el circuito quedaría cerrado. Lo propio sucedería si las varillas, encontrando agujeros, pudieran pasar al través de la cinta en movimiento.

Por el contrario, quedando limitado el juego de las varillas en los puntos en que la cinta no está perforada, las palancas acodadas no acompañan ya hasta el extremo á las bornas 1 y 2. En este caso, se intercepta la comunicación con tierra ó con la línea, y no pasa ninguna corriente.

Así pues, á cada oscilación, un *punto* del despacho da una corriente invertida, lo cual tiene efecto á la segunda oscilación si se trata de una *raya*.

Réstanos indicar cómo queda inscrita automáticamente en el aparato receptor la sucesión de corrientes invertidas, emitidas á la línea en los intervalos correspondientes á los signos de la cinta perforada, reproduciendo en él en caracteres Morse las letras y demás signos de que se compone el despacho.

El receptor no es otra cosa sino un Morse *impresor*, representado en la figura 347.

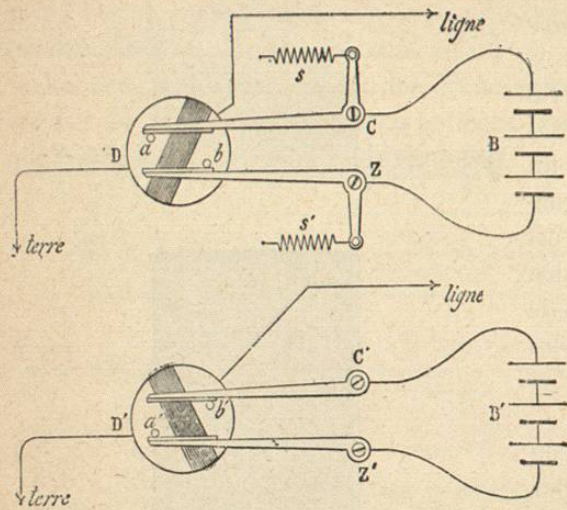


Fig. 346.—Transmisión de los signos

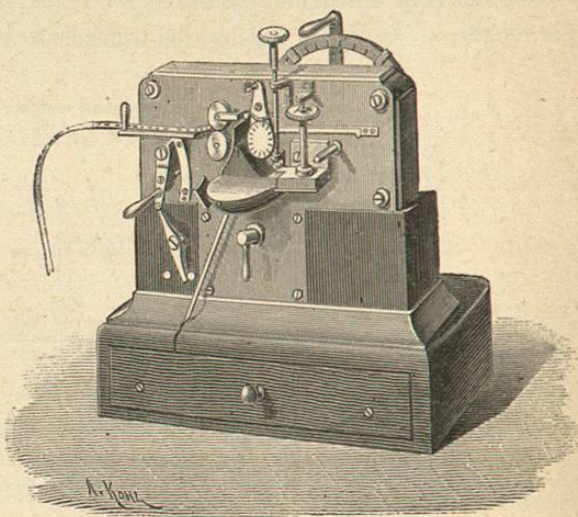


Fig. 347.—Receptor del telégrafo automático de Wheatstone

Pero este aparato se distingue en un punto esencial de los que se usan para la recepción en el sistema Morse ordinario.

El papel en que se inscriben los signos del despacho se desenrolla con uniformidad enfrente del tintero cilíndrico: resulta impreso en él un signo cuando el disco impresor se pone en contacto con el papel y lo empuja contra el cilindro. El movimiento que ocasiona esta presión lo comunica el eje a (fig. 348), al que hacen girar las armaduras T y T', las cuales son unas piezas de hierro dulce fijadas á los polos de un imán permanente NS. Estas armaduras están, pues, constantemente polarizadas, y van metidas entre los brazos del electro-imán EE, que recibe las corrientes alternativas emitidas á la línea. Al pasar la corriente, atrae las armaduras, las cuales no recobran su posición normal hasta que llega al electro-imán una corriente contraria. Este efecto se produce instantáneamente cuando el signo transmitido es un *punto*, puesto que, según hemos visto antes, el punto lo da una corriente momentánea seguida inmediatamente de una corriente inversa muy corta. Entonces es muy breve el contacto del disco impresor con la cinta de papel, y resulta trazado un *punto*. Si el signo que sigue es una *raya*, la corriente es de corta duración, pero no va seguida de otra corriente inversa hasta que transcurre un intervalo más largo. El contacto del disco con la cinta es también más largo, y el signo impreso es una *raya*.

Por lo que antecede se ve cómo dan lugar los agujeros del papel-cinta del transmisor, según su distancia y posición, á sucesiones más ó menos rápidas de corriente en la línea, que á su vez producen en el receptor signos impresos, los cuales reproducen fielmente los del despacho transmitido.

He aquí ahora una reseña del progreso realizado por la adopción del Jacquard eléctrico de Wheatstone. Los detalles que siguen están tomados de la obra de M. Bon Temps, titulada *Los sistemas telegráficos*:

“Para formarse una idea del valor del sistema automático rápido en las líneas telegráficas de gran desarrollo, basta comparar, en igualdad de condiciones, el aparato Morse con el Jacquard eléctrico.

„Para utilizar un aparato que reuniese á tanta velocidad de transmisión tan poderosos medios de inscripción, era preciso adoptar un sistema especial de transmisión y recepción para economizar el trabajo manual y sacar del hilo el mayor servicio posible. Los despachos pasan, pues, por grupos á la máquina que debe transmitirlos por el hilo, lo que equivale á decir que, para un circuito de 500 kilómetros de longitud, se perforan 12 despachos de 30 palabras en una cinta continua y se expiden por el transmisor á la vez y viceversa. El hilo de Londres á Birmingham, por ejemplo, puede expedir cuatro grupos distintos de 12 despachos cada uno y recibir tres grupos semejantes en una hora, lo cual equivale á 84 despachos de 30 palabras; suponiendo un promedio de 5 letras por palabra, esto forma un total de 12,600 letras, y 210 por minuto, ó sea 42 palabras en el mismo espacio de tiempo, comprendiendo los acuses de recibo y demás formalidades de costumbre.

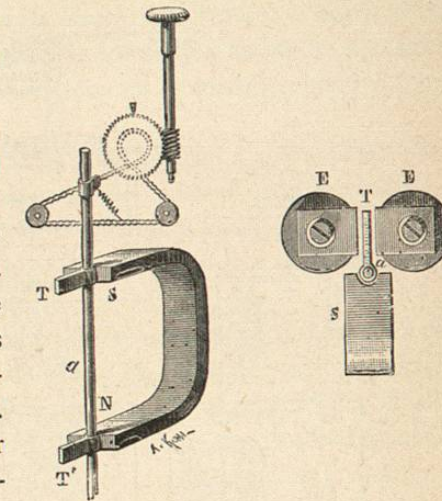


Fig. 348.—Detalles del receptor automático



„Puede sostenerse esta rapidez siempre que haga buen tiempo, con un personal de cinco empleados en las estaciones de origen y destino, á saber: dos para perforar los despachos en el papel-cinta, otros dos para transmitir y escribir, y otro para manejar el aparato, acusar el recibo, pedir repeticiones, etc. Si los despachos son oficiales ó destinados á periódicos, la rapidez puede ser mayor, primero porque no es necesario agrupar los telegramas, y segundo, porque generalmente las transmisiones se efectúan solamente en un sentido, ya sean recibidos ó expedidos, circunstancias que reducen considerablemente la demora inicial de la transmisión. En el hilo de Aberdeen á Londres se puede llegar á 40 palabras, en el de Londres á Edimburgo á 50; entre Newcastle del Tyne y Londres se ha llegado á 60, y por último, entre Glasgow y Liverpool á 120. La velocidad está en razón inversa de la longitud de la línea.”

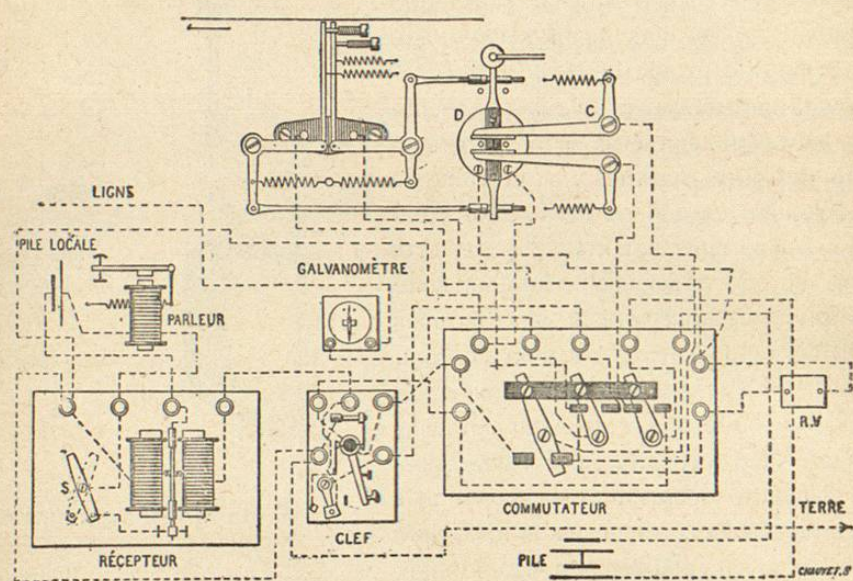


Fig. 349.—Montaje de una estación electro-automática Wheatstone

Hoy llama la atención un aparato de transmisión automática que tiene por principio, como el de Wheatstone, la perforación previa de las cintas que sirven para la transmisión de los telegramas, y que funciona, según parece, entre Boston y New-York, en una línea de 250 millas (400 kilómetros). Los perfeccionamientos introducidos en el sistema por los inventores Foote, Romdal y Anderson son tales que la rapidez de transmisión llega á 1,000 ó 1,200 palabras *por minuto*. Según *La Naturaleza*, de cuya Revista tomamos estos detalles, “con un solo hilo servido por quince perforadores, quince copistas y dos buenos empleados en cada extremo para transmitir y recibir, se pueden preparar, transmitir y distribuir 1,200 telegramas por hora, cifra á la que jamás se había llegado *con un solo hilo*.” Ignoramos en qué consisten las innovaciones que dan á este aparato tal superioridad sobre el Jacquard Wheatstone (1).

(1) La Compañía americana que explota este aparato ha discurrido un medio de dar más fácil salida al servicio de su línea y que sólo es posible donde la telegrafía eléctrica es una industria privada. Proporciona á sus clientes perforadoras para que puedan preparar por sí mismos sus despachos en cintas de papel taladradas. Además, en vez de copiar y transcribir en caracteres comunes los despachos recibidos en signos Morse, se remiten las mismas cintas á los destinatarios. De este modo la Compañía economiza tiempo y empleados, y tasa los despachos según su longitud, cobrándolos por *yardas* sin contar las palabras.

## II

## TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA.—SISTEMAS DÚPLEX Y CUÁDRUPLEX

Se ha dado otra solución al problema de dar más rápida salida al servicio por un mismo hilo telegráfico, cuya solución consiste en transmitir al mismo tiempo dos despachos por este hilo, ya en sentidos contrarios, ó ya en el mismo sentido. Cuando la *transmisión simultánea* de dos despachos se efectúa en sentidos contrarios, es decir, cuando dos estaciones comunican á la vez entre sí, se llama *sistema dúplex* ó simplemente *dúplex* este modo de transmisión. Si los dos despachos recorren á la vez el hilo en el mismo sentido, el sistema lleva el nombre de *dúplex*; por último, el *cuádruplex* consiste en la combinación del dúplex y del dúplex, de suerte que un mismo hilo sirve para la transmisión simultánea de cuatro despachos, dos en el mismo sentido y otros dos en sentido contrario.

Digamos desde luego que estas denominaciones no se aplican á aparatos telegráficos de una clase especial, sino á ciertas disposiciones adoptadas para la combinación de los órganos de transmisión eléctrica por una línea, á arreglos ideados en vista de los efectos que acabamos de describir, y que en general son aplicables á todos los aparatos telegráficos, Morse, Hughes, Wheatstone, etc.

La primera idea, la primera solución que pudo hallarse para este problema data del año 1853, cabiendo este honor al doctor Gintl, de Viena; sin embargo, su aplicación no fué posible hasta más adelante. El sistema dúplex de Stearn es el primero que funcionó, en la línea de Nueva York á Buffalo; en Francia se le aplicó al aparato Hughes en la línea de París al Havre; pero, según hemos dicho, se le puede aplicar indiferentemente á cualquier aparato telegráfico, como todo sistema dúplex. Posteriormente se han inventado muchos sistemas análogos; pero lo que importa es conocer el principio general de su modo de funcionar.

Consideremos dos estaciones Morse (figura 350) enlazadas por el hilo de línea L L'. Ambas están montadas del mismo modo, ó compuestas de aparatos simétricos, que reduciremos para mayor sencillez á los manipuladores *a a'*, puestos en comunicación con las pilas P P' y con los receptores R R'. Las armaduras de estos receptores están enfrente de los polos de los electro-imanés A B y A' B'; pero los hilos de las bobinas están enrollados de modo que si una misma corriente ó dos corrientes de igual intensidad los atraviesan á la vez, el efecto resultante es nulo en sus polos (1). En una palabra, como la imitación que las corrientes propenden á comunicar al cilindro de hierro dulce del electro-imán se efectúa á la vez en los dos sentidos opuestos, es nula, no produciéndose ninguna acción en la armadura del receptor.

Esto sentado, vamos á ver lo que ocurre cuando una sola de las estaciones transmite, por ejemplo, la de la izquierda. El empleado de esta estación baja el manipulador *a*, y al punto pasa la corriente de la pila P al hilo que se divide en O. La corriente se divide también; la mitad de ella pasa por la bobina A al hilo de línea; la otra mitad va á la bobina B y en seguida á tierra, de suerte que no ejerce influencia alguna en el

(1) En vez de dos bobinas que funcionen aisladamente en sentido inverso una de otra, se puede emplear una sola; en cuyo caso esta bobina está formada de dos hélices separadas absolutamente idénticas, enrolladas alrededor del núcleo de hierro dulce. Siendo la dirección de las espirales la misma, las corrientes se anulan cuando son iguales y de opuestos sentidos, y se duplican si su dirección es la misma.