

dente de la combustión de lámparas de petróleo en un recinto cerrado. Esta pasta de carbón, intercalada como se acaba de ver en el circuito de la pila, constituye el sólido de resistencia variable del transmisor. Las variaciones de presión ocasionadas por los movimientos vibratorios de la placa vibrante LL son transmitidas por medio de una al-

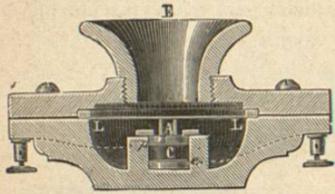


Fig. 388.—Teléfono de carbón de Edison

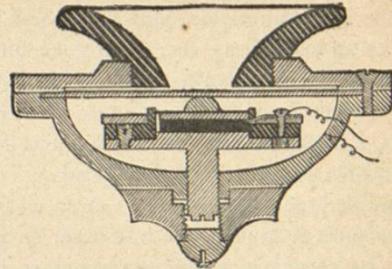


Fig. 389.—Nuevo modelo del transmisor de carbón de Edison

mohadilla formada de un disco de corcho H y un anillo de caucho G. Para graduar este instrumento se mueve el tornillo F y el pistón E, acercando así el sistema microfónico á distancia conveniente de la placa.

En el modelo representado en la figura 388 se ha suprimido el mango del aparato

y se hace la graduación por medio de un tornillo situado debajo de *e*. La lámina de platino está apoyada en el conductor de carbón C por un disco *b* de aluminio, sobre el cual hay un pequeño cilindro de hierro A en contacto con la placa vibrante LL.

Finalmente, la última modificación introducida por Edison en su transmisor es la representada en la figura 389. El disco de carbón está sobre un soporte que se separa ó acerca á la placa vibrante con un tornillo, efectuándose el contacto en el centro de ésta por el intermedio de una lámina de platino rematada en un botoncito de marfil.

El receptor es el mismo que hemos descrito anteriormente con el nombre de *pony-crown*. Es de notar que las corrientes de la pila, después de sufrir las variaciones que les comunica la placa

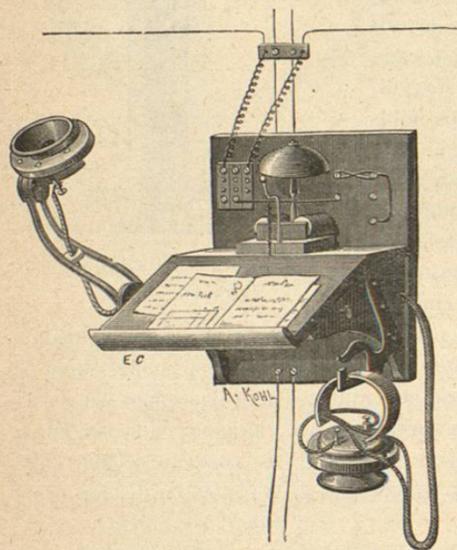


Fig. 390.—Aparatos de una estación telefónica del sistema Edison

vibrante por medio del conductor de resistencia variable, no van á parar directamente al receptor, sino que atraviesan el hilo inductor de un pequeño carrete de inducción, siendo el hilo inducido el que se pone en relación con el aparato receptor. La figura 390 muestra cómo están dispuestos los aparatos de este sistema en una estación telefónica: á la izquierda se ve el transmisor sobre un soporte articulado que permite mantenerlo con una inclinación conveniente á la altura de la boca del expedidor; debajo del pupitre

y á la derecha está el *pony-crown* receptor suspendido en su posición de reposo; cuando el timbre da el aviso, se le descuelga y se le aplica al oído. Esta disposición es la de los teléfonos de los abonados; en las estaciones telefónicas, el transmisor y el receptor están reunidos por un muelle encorvado que sirve de mango, merced al cual se los puede aplicar simultáneamente, uno al oído y el otro á la boca.

Los teléfonos que nos resta describir tienen también transmisores de carbón, pero difieren en tales términos de los que se derivan del transmisor Bell, y por el contrario, tienen tales semejanzas con el micrófono, que ante todo vamos á describir este aparato, cuyo inventor es M. Hughes.

## CAPÍTULO VIII

## EL MICRÓFONO.—EL FOTÓFONO

## I

## EL MICRÓFONO

Así como el microscopio hace perceptibles á la vista los objetos que no son fácilmente visibles á causa de su pequeñez, el micrófono hace que el oído perciba sonidos que en las circunstancias ordinarias no llegan á oírse á causa de su escasa intensidad. Más generalmente hablando, es un amplificador de las vibraciones sonoras, ó mejor aún, de los efectos mecánicos que las acompañan (1).

M. Hughes, el inventor del micrófono, vino á parar á su descubrimiento en virtud de una serie de experimentos que tenían por objeto averiguar la influencia que podían ejercer las vibraciones sonoras en la conductibilidad eléctrica. He aquí uno de estos experimentos, bastante curioso de por sí.

Sobre una tablita horizontal se ponen dos clavos de hierro, dos puntas de París, á corta distancia uno de otro (fig. 391), y se los une á los dos hilos del circuito de una pila, que comprende también un receptor telefónico. Si se cierra el circuito con un tercer clavo puesto transversalmente sobre los otros dos, se tiene un sistema muy sensible, con el cual se podrán percibir tenues ruidos, como el de la respiración. La transmisión de las vibraciones sonoras se efectúa por el contacto imperfecto de las dos puntas de metal con la que las une y las

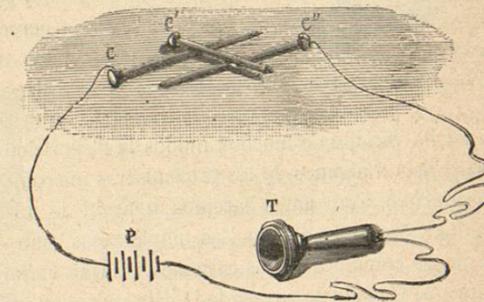


Fig. 391.—Experimento de M. Hughes

(1) No debe creerse que la analogía del microscopio y del micrófono sea otra que la de los efectos producidos, por más que sus nombres se parezcan. Nada prueba que los sonidos mismos son los amplificadas. Aun cuando la teoría del micrófono está tan incompleta como la del teléfono, parece probable que en él haya una transformación de movimientos moleculares en vibraciones sonoras más bien que una verdadera amplificación.

comprime levemente; comunicándose á los conductores los movimientos que las constituyen, modifican la presión y la conductibilidad en los puntos de contacto, y estas variaciones que siguen á las de los ruidos, á las de cualesquiera sonidos emitidos á corta distancia, transforman en el hilo las corrientes de la pila y van á actuar sobre el receptor del teléfono.

M. Hughes reconoció que era ventajoso emplear, en vez de contactos metálicos, el carbón que ejerce una presión ligera y constante sobre los contactos, y es además inoxidable (1). He aquí cómo dispuso su micrófono: A y B (fig. 392) son unos cubos de carbón puestos uno sobre otro contra una madera M. Ambos tienen una cavidad en la cual penetran las dos puntas de un carbón tallado en forma de huso que á la menor

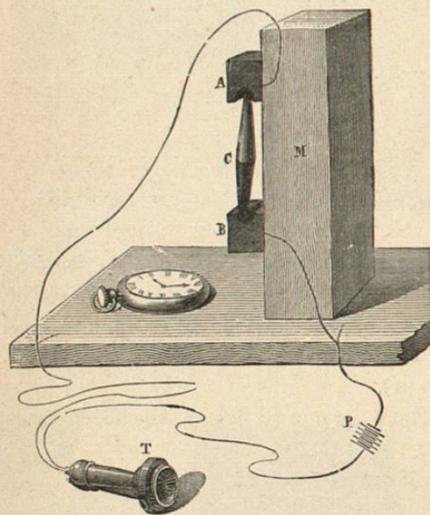


Fig. 392.—Micrófono de Hughes

sacudida se mueve en la cavidad superior, alrededor de su posición de equilibrio inestable, que es la vertical. Cada cubo está provisto de un contacto metálico y unido al circuito de una pila P, en el cual hay además intercalado un teléfono T. Este sencillo aparato descansa en una peana de madera.

Cuando se quiere hacer uso del micrófono, importa poner la peana sobre una almohadilla ó sobre bandas ó tubos de caucho, para interceptar ó amortiguar cualquier vibración extraña. Hecho esto, el aparato es de asombrosa sensibilidad para los ruidos más tenues. El tic-tac de un reloj de bolsillo, los rumores apenas perceptibles, como los que produce el movimiento de las patas de un insecto en el platillo, retumban en el receptor del teléfono con increíble sonoridad.

(1) "Aleando el mercurio con carbón, dice M. Hughes, los efectos son mejores. Para esto me valgo del carbón que usan los artistas para dibujar, lo caliento gradualmente al blanco, y sumergiéndolo de pronto en mercurio, introdúcese instantáneamente este metal en glóbulos en los poros del carbón y lo metaliza por decirlo así. He probado también el carbón recubierto de una capa de platino ó impregnado de cloruro de este mismo metal, pero no he obtenido mejores efectos de los que me resultaban con el método anterior. El carbón de abeto calentado al rojo blanco en un tubo de hierro que contenga estaño y zinc ó cualquier otro metal que se evapore fácilmente resulta asimismo metalizado, y está en buenas condiciones si el metal se halla en estado de gran división en los poros de este cuerpo, ó si no entra en combinación con él. El hierro introducido de este modo en el carbón es uno de los metales que me han dado mejores efectos. Aunque el carbón de abeto es mal conductor, adquiere de este modo un gran poder conductor."

peana; por el contrario, entonces las vibraciones sonoras transmitidas por el aire, como las de la voz, tienen más claridad.

Se han multiplicado los contactos con el objeto de aumentar la sensibilidad de los transmisores. El transmisor microfónico de M. Ader tiene hasta doce carbones, colocados en forma de doble parrilla entre tres barritas de carbón que tienen 24 agujeros, como lo muestra la figura 394, en la cual se ve el aparato por debajo. El enrejado EE está fijo en la cara inferior de una tablita de abeto D (figura 395) que forma como la cubierta inclinada de un pupitre. En B se ve la bobina de inducción del transmisor. C es un gancho de suspensión que sirve al mismo tiempo de conmutador para el circuito del timbre, cuyo botón de llamada está en M. El aparato descansa en un zócalo de plomo puesto sobre pies de caucho, con objeto de detener ó amortiguar las vibraciones ó sacudidas extrañas á los sonidos que se han de transmitir. Después veremos los transmisores de este sistema usados en las audiciones teatrales.

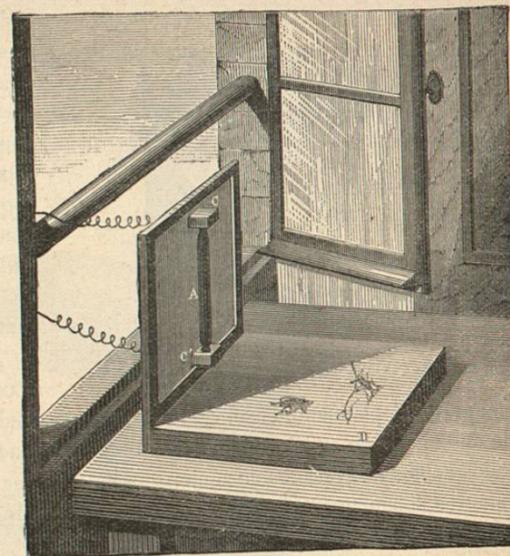


Fig. 393.—Otra disposición del micrófono Hughes

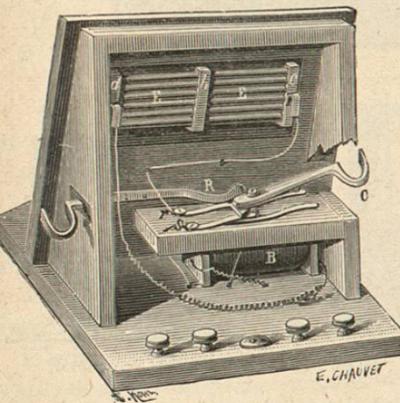


Fig. 394.—Transmisor microfónico Ader

Las barritas de carbón del micrófono de MM. Paul Bert y Arsonval están agrupadas en cantidad. He aquí, según Du Moncel, la descripción de los tres sistemas combinados por los inventores y que están representados en las figuras 396, 397 y 398.

“El de la figura 396 se compone de una serie de barras de carbón enfiladas verticalmente en dos placas llenas de agujeros que les sirven de guía. Su parte inferior penetra en un baño de mercurio contenido en el tubo, y ejerciendo este líquido un empuje igual sobre cada una de ellas, constituye un muelle bastante suave. La parte superior de estos mismos carbones se apoya ligeramente sobre un diafragma metálico niquelado ó platinado que recibe las vibraciones de la voz. La corriente entra por la membrana, baja dividiéndose entre los carbones y sale por el baño de mercurio.

„La presión de los carbones contra el diafragma se regula fácilmente variando el nivel del mercurio en el tubo, y además es la misma para cada carbón, lo cual consti-

tuye una de las buenas condiciones de construcción de estos aparatos. Este instrumento ha dado buenos resultados, pero como el uso del mercurio era poco práctico, los señores Bert y Arsonval han debido buscar una combinación más sencilla, y han discutido las que presentamos en las figuras 397 y 398, fundadas en los efectos de la gravedad; sin embargo, estos modelos no son aplicables sino en buenas condiciones. Uno de ellos, el de la figura 398, puede transmitir la palabra á gran distancia, con facilidad para la persona que habla de que no la oiga la que esté á su lado. El otro, por el contrario, en vez de no dar paso á los ruidos exteriores, recoge la palabra ó el canto á bastante distancia de su punto de emisión.

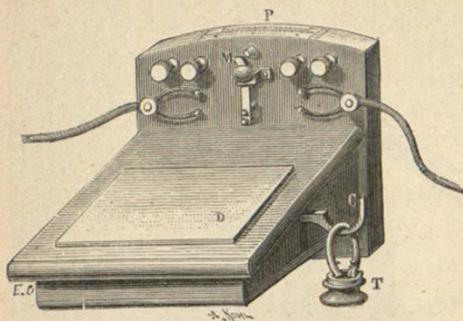


Fig. 395.—Vista exterior del transmisor Ader

El primero de estos dos sistemas se compone de un diafragma vibrante niquelado ó platinado, en el cual descansa perpendicularmente á su superficie una serie de barritas de carbón enfiladas en tubos niquelados, los cuales corren libremente por dos anillos atravesados de agujeros, siendo la longitud de los carbones de algunos milímetros solamente; estos carbones son, pues, buenos conductores. Al través de los dos anillos citados pasa un tubo central terminado exteriormente en una embocadura y cuya extremidad opuesta C va á parar al centro de la membrana.

„Este tubo transmite al diafragma las vibraciones de la voz recogidas por la embocadura. El diafragma está fijo, en una caja de caucho endurecido, y el anillo de sujeción recibe la corriente que se comunica en seguida á los carbones, y de allí á los anillos, los cuales la conducen al pie del aparato. Este pie, que es enteramente metálico, tiene una charnela gracias á la cual se puede inclinar más ó menos el instrumento, pudiéndose así variar sencillamente la presión de los carbones sobre el diafragma. Por el transmisor de que nos ocupamos pueden pasar sin dificultad corrientes cuya intensidad sea de 15 á 20 ampères, y la voz produce variaciones de  $\frac{1}{3}$  á  $\frac{1}{2}$  ampère, bastantes para poner en acción muchos aparatos Morse. En estos conductores la voz se transmite con gran intensidad.

„Naturalmente, con este sistema se emplea un carrete de inducción, y como aparato receptor un teléfono común.

„El segundo sistema, representado en la figura 398, está basado exactamente en

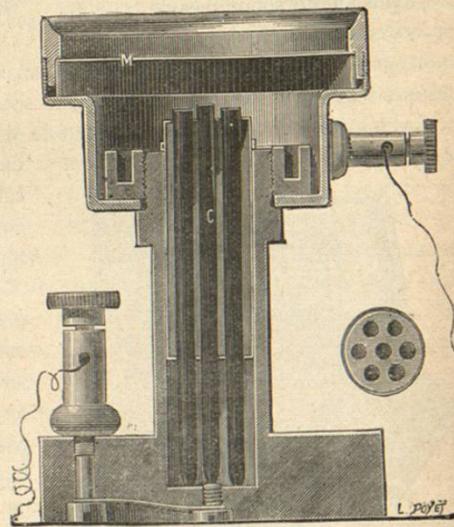


Fig. 396.—Micrófono de Bert y Arsonval

el mismo principio. Compónese de una caja resonante parecida á la de los instrumentos de cuerda, ó de una ligera tabla de ebonita ó de abeto que lleva la serie de contactos, los cuales consisten en una serie de pequeños cilindros de carbón niquelados, enfilados en un eje común metálico que cae verticalmente sobre una de las caras de la caja. Su movimiento es independiente, y cada uno de ellos se apoya en una barra transversal de carbón que sirve de colector y que recibe las vibraciones de la caja de resonancia ó de la tabla. La presión de los carbones sobre el colector es más ó menos fuerte, según la inclinación que se dé á la caja, que puede montarse sobre un pie de charnela ó suspenderse en una sala de los dos hilos que le llevan la corriente. Esta

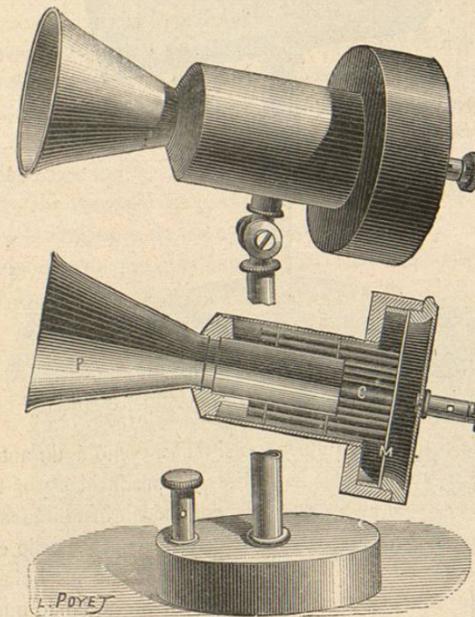


Fig. 397.—Micrófono Bert y Arsonval (segundo sistema)

llega por el eje superior, se divide entre los carbones y sale por el colector. El número de los contactos puede ser tan grande como se quiera, lo propio que las dimensiones de la caja.

„Según M. d'Arsonval, este aparato recoge los sonidos y los ruidos más leves con asombrosa facilidad y constituye por decirlo así un gran oído de extraordinaria sutileza. A más de 10 metros del instrumento se percibe una conversación en voz muy baja, sin que se desfigure el timbre en lo más mínimo.„ (*El Teléfono.*)

El transmisor microfónico de M. Baudet, de París (fig. 399), consiste en la reunión de seis esferas de carbón de retorta en el interior de un tubo de vidrio de diámetro un poco mayor que el de las esferas. Estas pueden correr á lo largo del tubo sin experimentar casi ninguna desviación lateral, con lo cual se tiene seis contactos reunidos en tensión. Hay además en dicho aparato un cilindro de cobre M, apoyado por un lado en el centro de un diafragma de ebonita adaptado á una boquilla telefónica E. Mediante un tornillo V, apoyado contra una pieza K de cobre, se puede apretar más ó menos una pequeña maza M<sup>2</sup> de cobre contra la última bola del tubo, sirviendo así para arre-

glar el aparato. Los hilos de la pila y del circuito telefónico están empalmados á los tornillos B y B', que comunican metálicamente con las masas M' y M". El tubo está

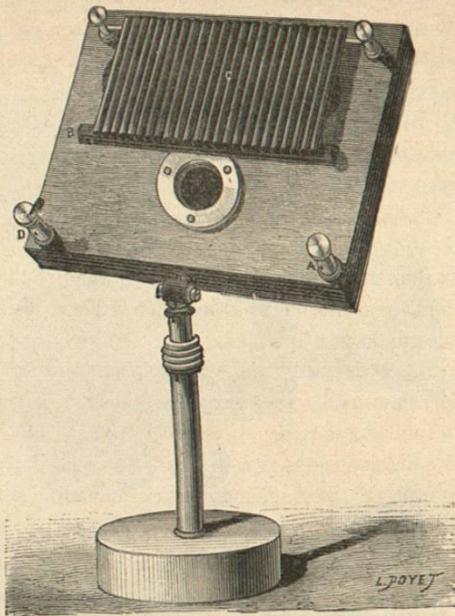


Fig. 398.—Microfófono Bert y Arsonval (tercer sistema)

montado sobre un pie articulado, pudiendo así darle, como á un anteojo, todas las inclinaciones posibles. Las variaciones de resistencia producidas por las vibraciones se

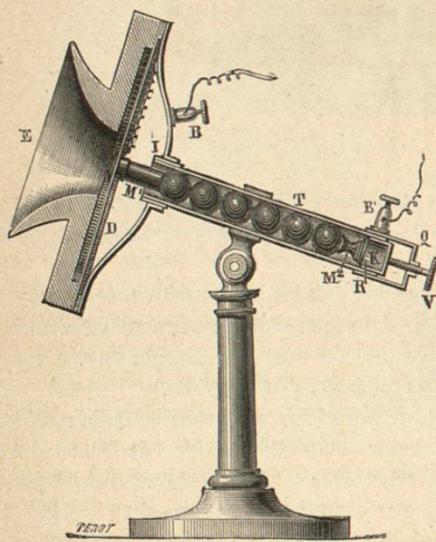


Fig. 399.—Microfófono de M. Baudet

Todos estos sistemas de transmisores funcionan con receptores telefónicos ordinarios; pero debemos añadir que, si así sucede en la práctica, se ha visto sin embargo que

comunican instantáneamente á todas las esferas, como sucede en el conocido experimento de las bolas elásticas. El inventor ha obtenido muy buenos resultados metalizando las bolas con mercurio, conforme lo hace Hughes con los carbones de su microfófono. Podríamos citar otros varios transmisores microfónicos de carbón, como los de Maiche, Gower-Bell, Herz, Locht-Laby, etc.; pero siendo su principio el mismo, sólo difieren de los ya descritos en las disposiciones variadas de los contactos múltiples, asociados ya en cantidad ó ya en tensión. En el de Locht-Laby sólo hay un simple fragmento de carbón pegado á una planchuela de corcho sujeta por ligeros muelles á un marco, y cuyo fragmento está comprimido por una espiga metálica.

era posible recibir los sonidos en un sencillo aparato microfónico, hecho extraordinario que confirma la teoría que admite, con respecto á los fenómenos que ocurren en el teléfono y el microfófono, el predominio de los movimientos moleculares de las sustancias empleadas. Esto nos induce á decir que se ha podido transmitir la palabra con teléfonos sin placas vibrantes, del propio modo que en su origen se transmitían sonidos musicales.

## II

## APLICACIONES DEL TELÉFONO Y DEL MICRÓFONO

Muy pocos años han transcurrido desde que Graham Bell presentó al público el maravilloso instrumento con el cual se transmiten á larga distancia por medio de la electricidad los sonidos de la voz articulada, y ya cien invenciones derivadas de la primera han resuelto el problema en virtud de combinaciones más ó menos variadas, más ó menos apropiadas á las condiciones que los inventores se habían impuesto, pero, fuerza es confesarlo, sin aventajar en perfección al primer teléfono. Réstanos decir algo acerca de las varias aplicaciones de los aparatos telefónicos.

Habríase podido esperar que el teléfono estaría llamado á suceder al telégrafo eléc-

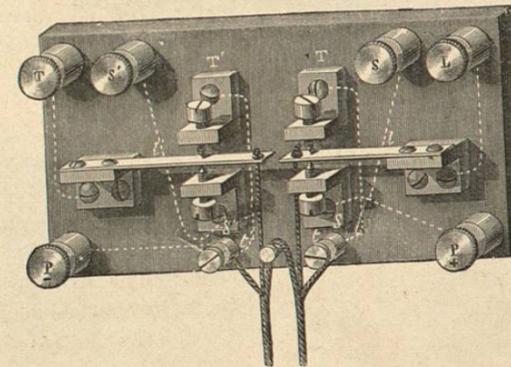


Fig. 400.—Suspensión de los teléfonos: sistema Pollard y Garnier.

trico, pues, en efecto, este sistema de correspondencia ofrece una gran ventaja sobre el primero, la cual consiste en que para servirse de él no se requiere instrucción previa, al paso que los aparatos telegráficos más sencillos no funcionan sino manejados por empleados que han debido hacer un aprendizaje metódico, á veces bastante largo y difícil. Mas junto á esta ventaja, que no es de desdenar, la correspondencia telefónica tiene graves inconvenientes, siendo el primero de todos, del que también adolecen los telégrafos de cuadrante, el que no deja rastro alguno de los despachos transmitidos. Otro de sus defectos consiste en la lentitud relativa de las comunicaciones: en los capítulos anteriores hemos visto los esfuerzos hechos para conseguir, merced á aparatos perfeccionados, sistemas automáticos, dúplex, telégrafos impresores múltiples, etc., la rapidez de transmisión tan necesaria en las líneas de mucho servicio. Pues bien, el teléfono no puede rivalizar por este concepto con los aparatos en cuestión. Por último, este sistema está sujeto á perturbaciones que hemos indicado ligeramente, y que dependen de las