

# Curso de Comunicaciones Eléctricas

## Segunda Parte

### Telefonía

#### CAPITULO PRIMERO

##### TELEFONÍA Y ACÚSTICA

1.—Las cualidades del sonido son tres: altura, intensidad y timbre. A la altura corresponde la frecuencia de la vibración, a la intensidad la amplitud, y al timbre las armónicas que acompañan a la sinusoide fundamental. El análisis de Fourier permite descomponer cualquier curva en un grupo de sinusoides elementales: una es del mismo período de la resultante, y las demás de períodos fraccionarios: éstas son las armónicas.

2.—El oído humano es capaz de percibir vibraciones sonoras cuya frecuencia quede comprendida entre 16 y 30 000 períodos por segundo. Los nervios auditivos terminan en un gran número de fibras diminutas, llamadas de Corti, y cada una de ellas al parecer, responde a una sola frecuencia (sintonizada a dicha frecuencia). De aquí proviene (de este análisis de las ondas complejas efectuado por el oído) que el desplazamiento relativo de la onda fundamental y de sus armónicas (desplazamiento en el tiempo, cuyo efecto es alterar los intervalos que separan dos estados determinados), aunque altera la forma misma de la onda resultante (por ejemplo, de la onda obtenida con aparato registrador en un sistema ortogonal de amplitudes y tiempo), por lo general no origina un cambio sustancial en la percepción del sonido.

3.—De esta última circunstancia resulta que en Telefonía el problema principal consiste en conservar la relación entre las amplitudes de las diferentes armónicas en el extremo receptor y no en la reproducción fiel de la forma de la onda sonora transmitida.

En esto difiere teóricamente la transmisión telefónica de la telegráfica: en esta

última el fin perseguido es no deformar la señal (no desplazar las armónicas en el tiempo) y es esta exigencia una de las condiciones que pone límite a la velocidad de transmisión.

## CAPITULO SEGUNDO

### GENERALIDADES SOBRE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA

1.—En 1854, Charles Bourseul publicó un ensayo en el cual mencionaba la posibilidad de realizar la telefonía eléctrica. «Supóngase, decía, que una persona habla frente a un disco móvil, bastante flexible para no perder ninguna de las vibraciones de la voz: que este disco alternativamente conecta y desconecta los terminales de una batería y que se tenga a cierta distancia otro disco que simultáneamente ejecute las mismas vibraciones... Es evidente que en un futuro más o menos lejano, la palabra será transmitida por medio de la electricidad. He hecho experimentos en este sentido: son delicados y exigen tiempo y paciencia, pero los resultados obtenidos prometen éxito.»

En 1861, Philip Reis llevó esta idea a la práctica. Su instrumento se basaba en el sonido originado por los cambios de longitud de una barra sometida a imantaciones alternadas.

El primer teléfono práctico fué construído por Graham Bell en 1876. Este instrumento es el usado hasta hoy día como receptor telefónico. Consiste en un disco de hierro que vibra impulsado por la voz frente a un imán, en el cual está arrollada una bobina cuyos terminales van unidos a otro aparato semejante. Las vibraciones del disco originan variaciones del flujo magnético que generan en la bobina corrientes alternas cuyo circuito se cierra a través de la bobina del receptor en el cual dan origen a variaciones del flujo, las que se traducen en vibraciones de su disco respectivo que reproducen el sonido de la voz, origen de las vibraciones del disco del aparato transmisor.

Con este aparato no es posible transmitir la palabra a una distancia apreciable, porque la energía puesta en juego es sólo la de la voz.

Edison, en 1877 inventó el transmisor de carbón. La idea fundamental de este invento es limitar el papel del sonido a controlar las emisiones de energía de una fuente extraña. Se volvió así a la idea inicial de Ch. Bourseul. Para realizarla Edison aprovechó la disminución de la resistencia óhmica del carbón con la presión mecánica.

Compuesto el teléfono del receptor Bell y del transmisor Edison, hizo posible transmitir la palabra a distancias apreciables y pasó a ser, desde ese momento, uno de los instrumentos más útiles al hombre.

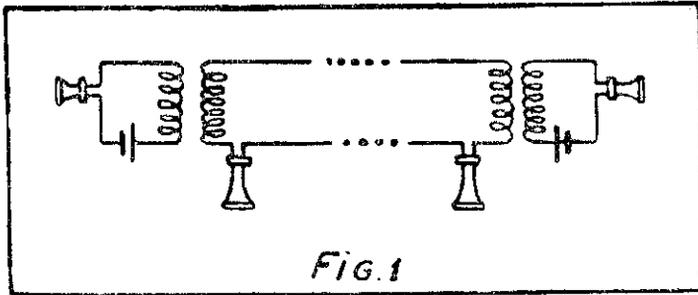
2.—Un teléfono, hecha abstracción del dispositivo de llamado, es un circuito eléctrico como el de la figura y cuyos elementos esenciales son:

Transmisor Edison o de otro tipo.

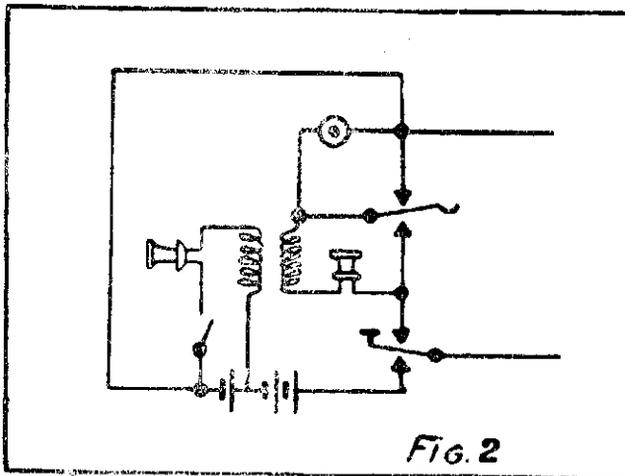
Batería.

Transformador o Bobina.

Receptor Bell.



3.—Para advertir a la persona con quien se desea conversar que tome el fono, es necesario agregar al sistema anterior un dispositivo de llamado. La inspección del diagrama de la figura 2 explica con claridad suficiente como puede conseguirse este resultado. El interruptor A se presiona con la mano al tomar el Microteléfono. En caso de no usarse microteléfono, las conexiones se complican un poco porque el oficio que desempeña el interruptor A debe desempeñarlo también el gancho B.



4.—Las características de los receptores usados en la práctica son las siguientes:

Diámetro total del diafragma. ....	50 mm
» libre » » .....	45 mm
Espesor del diafragma .....	0.25 mm
Entrehierro. ....	0,25 a 0,50 mm
Resistencia ohmica (Batería local). ....	90 a 125 Ohm
» » (Batería Central), ....	50 a 75 Ohm
Diámetro del alambre (B. L.) .....	0.075 a 0.150 mm
» » » (B. C.) .....	0.100 a 0.200 mm
Intensidad del Campo magnético. ....	4000 a 6000 Gauss.

Un receptor telefónico de estas características es un instrumento tam sensible que basta una corriente de  $3 \cdot 10^{-9}$  amp. para que genere sonidos perceptibles de 2000 períodos de frecuencia. A 800 períodos por segundo basta una potencia de  $10^{-11}$  watts ( $3 \cdot 10^{-10}$  amp.  $\times$  3 volts  $\cong 10^{-11}$  watts) para conseguir el mismo resultado. Corrientes del orden de un centésimo de miliamp. generan amplitudes en el diafragma del orden de cinco centésimas de milímetro.

5.—Aunque las ondas telefónicas son complejas y contienen armónicas comprendidas entre 100 y 10 000 períodos por segundo, la experiencia ha demostrado (ensayos hechos por el Dr. Hammond V. Hayes) que como base de cálculo basta considerar una frecuencia fundamental de 800 períodos por segundo. Sin embargo para líneas de capacidad apreciable se requiere también considerar una frecuencia de 2000 períodos por segundo.

Se presume que la transmisión, por los hilos, de las ondas telefónicas es un fenómeno permanente (no transiente), es decir, que la duración de las vibraciones del transmisor es suficiente para imprimir a la corriente su período propio.

Las ondas electromagnéticas que se desplazan en una línea telefónica sufren, como se ha explicado en la Primera Parte de este Curso, una atenuación, cuyo valor depende de la constante de atenuación  $\beta$  y del largo de la línea:

$$\sqrt{ZY} = \lambda = \beta + j\alpha$$

Llábase *factor de atenuación* la parte real de la relación  $I_2/I_1$ . En el caso de una línea indefinida o puesta a tierra a través de una impedancia igual a la constante  $Z_0$  de la línea, se tiene;

$$\frac{I_2}{I_1} = e^{-\beta l} \cdot e^{-j\alpha l}$$

y el factor de atenuación sería  $e^{-\beta l}$

Este factor de atenuación se calcula para una pulsación igual a 5000 (o sea para 796 períodos por segundo), y se le llama el *factor de atenuación normal* para distinguirlo del *factor de atenuación efectivo* que es la parte real de la relación  $I_2/I_1$  considerando en el cálculo las condiciones finales efectivas y no la hipótesis de la línea de longitud indefinida.

La transmisión telefónica comercial puede efectuarse sin inconvenientes, siempre que el factor de atenuación no baje de 0.05. Sin embargo, si se trata no ya de una transmisión comercial, es decir, entre suscriptores, sino de una conversación entre expertos pueden estos comunicarse hasta con factores de atenuación de 0,01.

No basta sin embargo para una transmisión inteligible que el factor de atenuación cumpla con esta condición. Se requiere además que la *razón de distorción*, es decir, la razón entre el factor de atenuación a 10 000 pulsaciones y el a 5 000 pulsaciones no sea inferior a  $1/e^{1.5} = 0.225$ .

Cuando el factor de atenuación es el mismo para cualquier frecuencia se dice que la línea carece de distorción. Esto puede verificarse aproximadamente en

líneas aéreas, pero nunca sucede en cables, en los cuales la atenuación es mucho mayor para frecuencias elevadas que para frecuencias moderadas.

Si la razón de distorsión cae por debajo del valor señalado, la voz al lado receptor resulta indistinta.

Conviene admitir un factor de atenuación más bajo que el indicado para la frecuencia tipo de 796 p/s, si así puede evitarse que la razón de distorsión con respecto a las frecuencias altas descienda por debajo del valor límite señalado.

## CAPITULO TERCERO

### RECEPTORES TELEFÓNICOS

1.—El teléfono receptor electro magnético de Bell es un motor eléctrico del tipo de movimiento alternativo e recíproco. Recibe energía eléctrica del circuito telefónico a que se encuentra conectado y la transforma en energía magnética en un circuito magnético del instrumento. Esta energía magnética es a su vez transformada en energía mecánica destinada a generar vibraciones acústicas perceptibles. Alimentado por energía eléctrica de frecuencia única y que ha alcanzado el régimen permanente, la eficiencia del receptor telefónico, considerado como motor, es la razón entre la potencia acústica disponible en forma de sonido en el aire inmediatamente adyacente y la potencia eléctrica recibida en sus terminales.

Empleado el receptor Bell como detector de corrientes alternas de una frecuencia determinada, conviene que su eficiencia sea máxima para esta frecuencia y no importa que no lo sea para otras. Pero para emplearlo como reproductor de la palabra se requiere que su eficiencia sea la misma para una cualquiera de las frecuencias entre 100 y 2 500 p/s. En caso contrario habría distorsión de la voz y no sería posible discernir claramente el lenguaje modulado.

2.—Los receptores electro magnéticos se dividen en la actualidad en tres clases:

a) Receptores en que un electro imán acciona directamente un diafragma vibrador de acero que constituye la armadura.

b) Receptores en que un electro imán acciona sobre una armadura de acero ligada por un mecanismo a un diafragma acústico vibrador.

c) Receptores constituídos por un diafragma acústico ligado a un selenoide libre de moverse en un campo magnético radial muy intenso. La corriente eléctrica que se pretende transformar en sonido pasa por el selenoide. (J. A. I. E. E.—IV—1928).

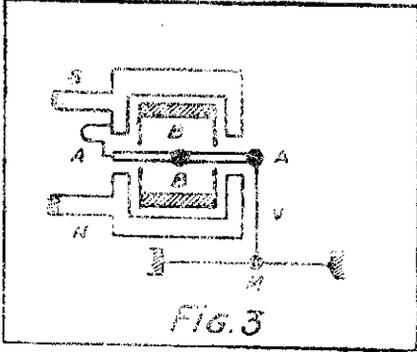
A la primera clase pertenecen los receptores Bell, a la segunda los receptores Baldwin, y a la tercera algunos tipos de Alto-parlante usados en Radio transmisión.

3.—Los receptores Bell se subdividen en dos clases: a) Receptores Monopolares, b) Receptores bipolares.

El receptor monopolar fué el que tuvo un uso más extenso en los primeros días de la telefonía. Bell, sin embargo, construyó receptores de ambos tipos.

El receptor bipolar es usado hoy día con exclusión del otro tipo.

4.—El receptor Baldwin consiste en una armadura AA que puede girar en torno de O y colocada entre dos piezas polares N S de la forma indicada en la figura 3. Un extremo de la armadura va unido a una membrana de mica M por el vástago V. El otro extremo es mantenido en posición por un resorte. La bobina BB polariza la armadura AA que vibra en consonancia con las alteraciones de la corriente que pasa por la bobina y obliga a vibrar a la membrana M en sincronismo.



5.—En las instalaciones de Batería Central se usa una clase de receptores Bell sin imán permanente. Al tratar el sistema de B. C. se darán mayores detalles, basta indicar aquí que este receptor tiene las mismas características respecto a sensibilidad y sincronismo que un receptor con imán permanente.

6.—El empleo de un imán permanente como núcleo de la bobina del receptor tiene en primer lugar el objeto de hacer vibrar la membrana con la misma frecuencia con que vibra el transmisor. Reemplazado, en efecto, el imán permanente por un núcleo de hierro dulce, el diafragma receptor daría dos vibraciones por cada una del transmisor, como se demostró al tratar en la Primera Parte de este Curso del Sonador Polarizado. En segundo lugar el imán permanente multiplica el efecto del flujo magnético variable sobre el diafragma, como es fácil demostrarlo.

Sea X el entre hierro y S la superficie polar:

$$R_o = \frac{2X}{S} \text{ oer Teds}$$

Sea F. la f. m. m. en gilberts, generada por el imán permanente:

$$\phi_o = \frac{F_o}{R_o} \text{ maxw.}$$

y la densidad de flujo:

$$B^o = \frac{\phi_o}{S} = \frac{F^o}{R_o S}$$

La atracción resultante de los dos polos sobre el diafragma será:

$$f_o = \frac{S B_o^2}{4\pi} \text{ dynas}$$

Si una corriente alterna de  $I_m$  abamp. atraviesa la bobina del receptor que tiene N. vueltas se tiene;

$$f_{im} = 4\pi N I_m$$

y el flujo desarrollado;

$$\phi_{im} = \frac{4\pi N I_m}{R_o} \quad ; \quad B_{im} = \frac{4\pi N I_m}{S R_o}$$

La atracción  $f$  resultante es:

$$f = \frac{S}{4\pi} (B_o + B_{im})^2 = \frac{S}{4\pi} (B_o^2 + 2B_o B_{im} + B_{im}^2)$$

Como  $B_{im}$  es muy pequeño comparado con  $B_o$ , puede despreciarse  $B_{im}^2$ .  
Luego:

$$f = \frac{S}{4\pi} (B_o^2 + 2B_o B_{im})$$

y

$$f - f_o = \frac{2S}{4\pi} B_o B_{im} \approx \Delta F$$

En caso de no existir el imán permanente, la fuerza de atracción variaría entre cero y

$$f_{im} = \frac{2S}{8\pi} B_{im}^2$$

En caso contrario variará en entre  $F_o + \Delta F$  y  $F_o - \Delta F$ .

O sea en:

$$2\Delta f = 2 \cdot \frac{2S}{4\pi} B_o B_{im}$$

La razón entre ambos efectos es por consiguiente:

$$\frac{2\Delta f}{f_{im}} = \frac{4B_o}{B_{im}}$$

lo que sube a 481 con los valores corrientes  $B_o = 1300$  gauss y  $B_{im} = 10.8$  gauss.

Se puede pues afirmar que en la mayoría de los casos la presencia del imán permanente amplifica el efecto de la corriente en unas quinientas veces.

## CAPITULO CUARTO

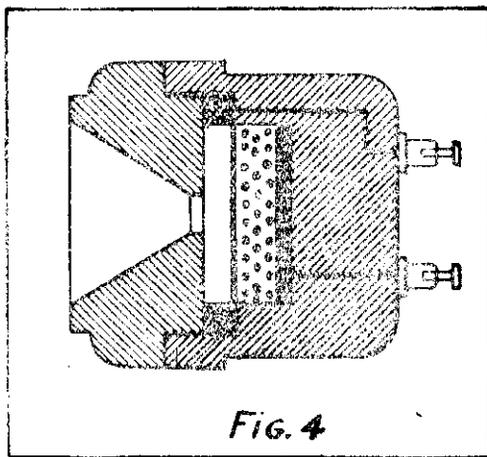
## TRANSMISORES TELEFÓNICOS

1.—El transmisor Edison (véase Cap. II-1), consistía en una lámina de carbón colocada entre dos láminas de platino, una de las cuales era solidaria de un diafragma que recibía los impulsos de las vibraciones sonoras. Su inventor creyó que su propiedad de variar de resistencia ohmica con la presión se debía a una cualidad del carbón. (1877).

2.—En Mayo de 1878, el Profesor Hughes dió cuenta a la Royal Society, en una memoria célebre, de haber descubierto que cualquier sistema de contactos imperfectos (suetos) podía servir como transmisor telefónico. Hughes dió a su invento el nombre de Microfono, porque creyó que permitía amplificar los sonidos. Los primeros Microfonos Hughes usados en Telefonía consistieron en lápices de carbón colocados en una caja que constituía el transmisor.

3.—H. Hunnings, en 1881, inventó el transmisor que se usa, sólo con ligeras modificaciones, en nuestros días, basado en las propiedades del carbón granular. El transmisor original consistía en un diafragma de platino y un disco de platino que formaban las bases de un cilindro de materia aislante lleno de gránulos de carbón. El diafragma y el disco son los electrodos. Las vibraciones del diafragma hacen variar el grado de contacto entre los gránulos y por consiguiente la resistencia ohmica del sistema. Este transmisor dió mejores resultados que el de Lápices de Hughes y que el de carbón sólido de Edison; sin embargo tenía el inconveniente de quedar fuera de servicio en poco tiempo, porque las partículas de carbón terminaban por soldarse unas con otras. El origen de este fenómeno es la producción de pequeños arcos entre las partículas de carbón al separarse.

Otro defecto del transmisor Hunnings es la mayor amplitud de las vibraciones del diafragma en el centro que en la periferia y por consiguiente un menor efecto telefónico, o sea variación de su resistencia, que si el paso de la corriente se confinara a la parte central.



El tercer inconveniente que presenta el transmisor que nos ocupa es acústico: el diafragma tiene su período propio de vibración, lo que da origen a resonancias y por consiguiente a la distorsión de las ondas sonoras.

Los transmisores modernos sólo difieren unos de otros en las disposiciones consultadas para evitar los tres defectos anotados del transmisor Hunnings.

4.—El transmisor Ericsson consulta el diafragma y el electrodo posterior de carbón. La corriente queda confinada a la parte central

del diafragma mediante un anillo de fieltro. Unos haces de fibras de lana sujetos en el electrodo posterior y en contacto con el diafragma desempeñan el papel de amortiguadores para evitar las oscilaciones resonantes.

5.—En las instalaciones de Batería Central se usa un tipo de transmisor de la Western Electric, llamado «Solid Back» y que fué inventado por A. C. White.

Consiste en dos electrodos de carbón encerrados en una cápsula de bronce forrada interiormente en papel; entre los dos electrodos hay gránulos de carbón; el electrodo frontal es solidario de una lámina de mica y ésta del centro de un diafragma de aluminio. En esta forma se consigue que las vibraciones centrales del diafragma sean transmitidas a toda la superficie de los gránulos de carbón. Se evita la resonancia acústica del diafragma con unos resortes recubiertos de goma.

Para usarlo en sistemas de Batería Central, se disminuye la cantidad de carbón granular para aumentar su resistencia ohmica.

6.—Se dijo en 3 que entre los gránulos de carbón se originan durante el funcionamiento del transmisor pequeños arcos eléctricos. Este fenómeno puede evitarse si el voltaje aplicado a los terminales del transmisor se mantiene por debajo de un cierto valor crítico cuyo término medio es tres volts.

También con el objeto de aminorar los efectos de los arcos eléctricos entre las partículas de carbón, se fabrican éstas de antracita de gran dureza, se cuida que su tamaño sea uniforme y que su diámetro quede comprendida entre 0.5 mm. y 0.55 mm. y se toma la precaución de dar un pulido perfecto a las caras de los electrodos en contacto con los gránulos.

La corriente requerida para el funcionamiento de esta clase de transmisores es de 150 a 250 m. a. en sistemas de B. L. En sistemas de B. C. la corriente queda limitada por la necesidad de no sobrepasar en los terminales del transmisor la tensión crítica que da origen a la fusión de los gránulos por el arco eléctrico (3 volts).

7.—En el transmisor patentado por S. G. Brown se ha conseguido obtener una gran sensibilidad reemplazando los electrodos de carbón por electrodos de una aleación de oro y plata y el carbón granular por partículas de otra aleación de osmio-iridio.

También se han conseguido transmisores muy sensibles reemplazando el carbón granular por semillas de higo carbonizadas.

La Western Electric Co. construye el transmisor de su alto parlante, con un diafragma cuya frecuencia natural queda por debajo de la audibilidad y cuya cápsula de carbón granular se reduce a la parte central de dicho diafragma.

8. *La bobina de inducción.*—La bobina de inducción es un pequeño transformador cuyo primario queda en el circuito del transmisor y cuyo secundario queda en el circuito de la línea. La conveniencia de su empleo es evidente cuando se considera que el transmisor tiene diez ohms de resistencia y que el circuito a que debiera ir conectado en caso de no usarse bobina puede tener hasta mil ohms (línea, receptor, batería, etc.); la resistencia del transmisor varía con las ondas sonoras en un ohm en término medio: unido en serie al circuito de línea la variación de resistencia, generadora de las ondas eléctricas, sería de 1|1000, en cambio, insertado en un circuito local estas variaciones serían aproximadamente de uno en diez.

En las instalaciones de Batería Local se obtienen buenos resultados con bobinas que tienen 1 ohm de resistencia en el primario (360 vueltas de alambre 24

SWG) y 25 ohms en el secundario (1140 vueltas de alambre 34 SWG) con una relación de transformación de uno a tres. El núcleo de estas bobinas es de alambre de hierro esmaltado para evitar las corrientes parásitas.

El rendimiento de estos pequeños transformadores no pasa de 15% y esta es la razón por que en líneas de corta longitud se obtienen mejores resultados sin bobinas de inducción.

## CAPITULO QUINTO

### SISTEMAS TELEFÓNICOS DE LÍNEA COMÚN SIN LLAMADA SELECTIVA

Los sistemas telefónicos privados en los cuales no se necesita mantener el secreto de la conversación, es decir, en las cuales carece de importancia que la conversación sostenida por dos pueda ser escuchada por un tercero, se pueden disponer todos los aparatos telefónicos en un mismo circuito ya sea en serie o en paralelo.

Si se trata de líneas muy cortas se pueden conectar los aparatos en serie; en caso contrario conviene conectarlos en paralelo.

Los teléfonos en paralelo son preferibles a los teléfonos en serie, porque la corriente de conversación no encuentra en su paso la impedancia de las campanillas, éstas no quedan en serie sino en paralelo, y por consiguiente, en lugar de ser obstáculo a la propagación de la corriente de conversación, pueden contribuir a mejorar las condiciones de explotación de la línea. Una impedancia en paralelo contrarresta los efectos de la capacidad y por consiguiente aminora la distorción.

El sistema en paralelo es de precio más subido que el sistema en serie porque exige generadores de llamada de mayor potencia y campanillas de gran impedancia.

En esta clase de sistemas telefónicos de línea común para llamar de una estación a otra se conviene en un código de llamadas.

Se comprende que este sistema no es práctico cuando el número de teléfonos conectados es relativamente grande; de aquí la necesidad de emplear los sistemas de línea común con llamada selectiva de que trata el capítulo siguiente.

## CAPITULO SEXTO

### SISTEMAS TELEFÓNICOS DE LÍNEA COMÚN CON LLAMADA SELECTIVA

1.—La organización de la explotación de ciertas industrias que exigen unidad de acción, a pesar de encontrarse sus centros de actividad distantes unos de otros (Ferrocarriles, Suministro de Energía Eléctrica, etc.), es mucho más eficiente si es posible que las órdenes de un Centro único sean transmitidas en el momento preciso a los centros secundarios de trabajo para coordinar sus actividades. A esta necesidad responden los sistemas telefónicos con llamada selectiva.

2.—Las condiciones con que debe cumplir un sistema telefónico de esta clase, son:

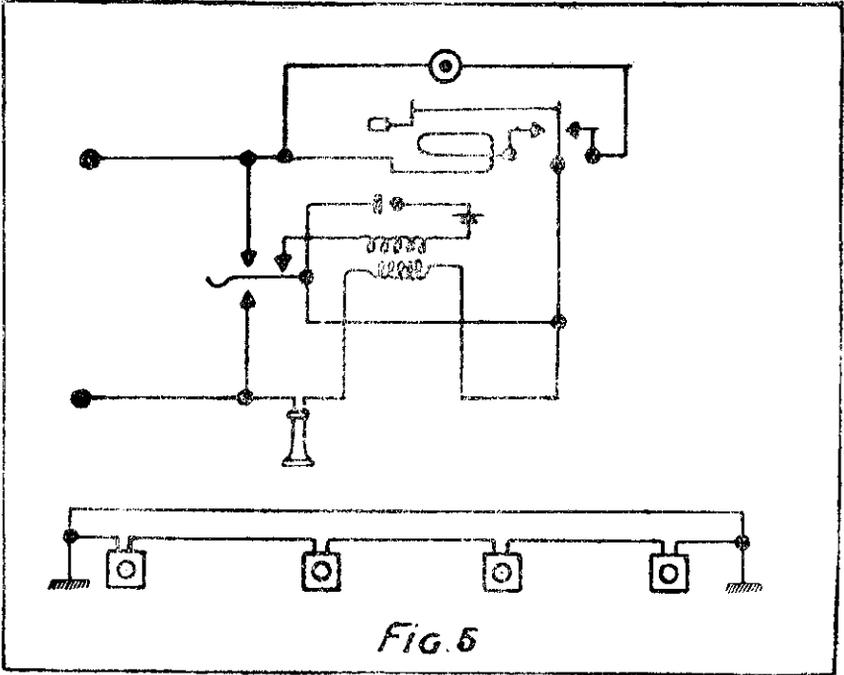


FIG. 5

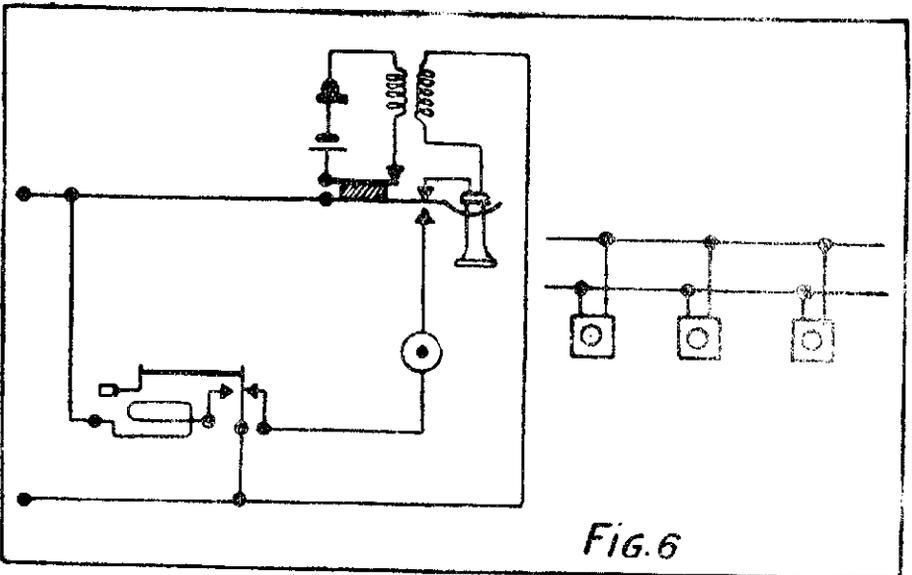


FIG. 6

Simplicidad de manejo;  
Seguridad de funcionamiento;  
Claridad en la comunicación;

Precisión en el llamado, de modo que sólo sea distraído el empleado con quien se necesita hablar y no los demás.

3.—La llamada selectiva puede conseguirse de diversas maneras: por el método de la polaridad, por el método de la sintonización, mediante relays de rueda de escape, y por medio del sistema de línea seccionada. Los métodos de la polaridad y de la sintonización no permiten combinaciones numerosas. Los otros dos sistemas se puede decir que son prácticamente ilimitados en cuanto al número de teléfonos que permiten seleccionar.

El más usado en la actualidad es el sistema de la Western Electric C.<sup>o</sup>, que es un sistema con relay de rueda de escape.

4.—La parte esencial de un sistema selector reside en el dispositivo de llamada. En la oficina central hay un tablero con llaves semejantes a los interruptores de luz eléctrica, y cada una de éstas lleva una etiqueta que indica la oficina secundaria a que corresponde. Al operador de la Central, para comunicarse con una oficina secundaria determinada, le basta dar un cuarto de vuelta a la llave correspondiente para que suene la campanilla de dicha oficina durante dos segundos. Una oficina secundaria no puede llamar directamente a otra oficina secundaria, pero puede llamar a la Central y pedirle que llame a la oficina con que desee conversar.

En la Oficina Central hay siempre un empleado que atiende los llamados de las oficinas secundarias y cuya obligación es estar todo el tiempo con el fono al oído y tener conocimiento de todo lo que sucede para poder en cualquier momento describir la situación de conjunto. El jefe podrá así en cualquier momento impartir con pleno conocimiento las órdenes más convenientes.

Es evidente que el mismo resultado se podría obtener con el telégrafo, pero esto exigiría que todos los empleados supieran bastante telegrafía para poder recibir al oído. Por otra parte, como el telégrafo exige deletrear cada palabra, se comprende que la comunicación de las ideas es mucho más lenta.

5.—El sistema de llamada selectiva por medio de la sintonización, consiste en usar corrientes de llamado de frecuencia diferente para cada oficina y tener en ellas vibradores mecánicos cuyo período propio de oscilación responda únicamente a impulsos mecánicos producidos por atracciones magnéticas de la misma frecuencia de la corriente de llamado.

La Stromberg-Carlson Co. suministra un sistema telefónico con llamada selectiva basado en este principio. Las frecuencias empleadas son 162 $\frac{2}{3}$ , 33 $\frac{1}{3}$ , 50, y 66 $\frac{2}{3}$ . El sistema está limitado a cuatro oficinas secundarias.

6.—El primer relay selector de rueda de escape usado en telefonía con llamada selectiva fué el GILL. Su inventor lo destinó primitivamente al telégrafo y por eso responde a combinaciones del código Morse. Este relay sólo cierra el circuito local en que está insertada la campanilla cuando recibe la combinación precisa de impulsos para la cual ha sido arreglado. Su órgano principal es un magneto que hace avanzar una rueda de escape a la cual tiende a hacer volver a su posición inicial un resorte espiral, una uña de retención impide este movimiento. Una rueda, llamada «de tiempo», conectada por un juego de palancas a la uña

de retención, puede rodar sobre unos rieles inclinados mientras la uña motriz es accionada por el magneto. La rueda de tiempo, llegada a su posición más baja, impide que la uña de retención caiga a fondo en los dientes de la rueda de escape; por consiguiente ésta queda retenida sólo por la parte superior del diente. Para que la rueda de tiempo llegue a su posición inferior se requiere que transcurra un tiempo equivalente al de una raya en el sistema Morse; si la excitación del electro-imán sólo dura el tiempo equivalente a un punto Morse, la rueda de tiempo no alcanza a llegar a su posición inferior y en consecuencia a modificar la carrera de la uña de retención. Cuando la uña motriz vuelve a su posición de reposo, la rueda de tiempo vuelve también a su posición normal.

Si algunos dientes de la rueda de escape se cortan diagonalmente en su parte superior, otros se dejan enteros, y por fin a otros se les da un corte diagonal en su mitad inferior, el relay sólo responderá a una combinación determinada de impulsos largos y cortos. El relay no arreglado para la combinación de impulsos enviada por la línea no cerrará el circuito local, porque la uña de retención caerá sobre alguno de los dientes cortados en diagonal, será apartada hacia un lado y la rueda de escape volverá a su posición inicial por la acción del resorte espiral.

El dispositivo de llamada en el sistema Gill es un disco con dientes anchos y angostos. En ella se apoya una palanca de resorte; mientras pasa un diente esta palanca cierra el circuito sobre la línea. Los dientes anchos corresponden a impulsos largos y los angostos a impulsos cortos. Cuando se da un cuarto de vuelta a la llave se da tensión a un resorte motriz que al quedar libre hace girar la rueda dentada a una velocidad uniforme y conveniente. De esta manera se consigue enviar por la línea la combinación de impulsos que corresponde al relay selector de la oficina secundaria con la cual se desea comunicar.

7).—La Western Electric Co. patentó en 1907 un nuevo relay selector de rueda de escape, que es el que en la actualidad se usa de preferencia. Consiste en un electro-imán que hace avanzar una rueda de escape contra un resorte antagonista; en el mismo eje de la rueda de escape está calada otra rueda llamada selectora, que es la que efectúa el contacto del circuito local de la campanilla cuando la rueda de escape ha avanzado un número determinado de dientes, el mismo para todos los relays del sistema. La rueda selectora tiene en su periferia tantos agujeros como dientes la rueda de escape. El número total de avances puede ser uno cualquiera entre 8 y 32, lo que permite obtener de 6 a 378 combinaciones diversas.

El relay tipo 60 A está dispuesto para un número total de avances igual a 17, con el cual pueden obtenerse 78 combinaciones distintas. Los 17 impulsos que accionan al relay no son consecutivos, sino que se componen de tres series de impulsos cuya suma es 17. Los topes selectores, colocados en los agujeros de la rueda selectora, tienen en cada relay una posición que corresponde a las series de impulsos de la combinación a la cual debe responder el relay. El primer tope va colocado de modo que después del primer grupo de impulsos de su combinación, enganche con el resorte de retención; y el segundo tope de modo que después de la segunda serie de impulsos de su combinación, el resorte de retención también enganche con él. La tercera serie de impulsos completa los 17 avances de la rueda y el re-

sorte de retención engancha con el tope selector fijo, el que está diseñado para cerrar el circuito local de la campanilla.

Las figuras 8 y 9 son los esquemas de conexiones de la Oficina Central y de la secundaria.

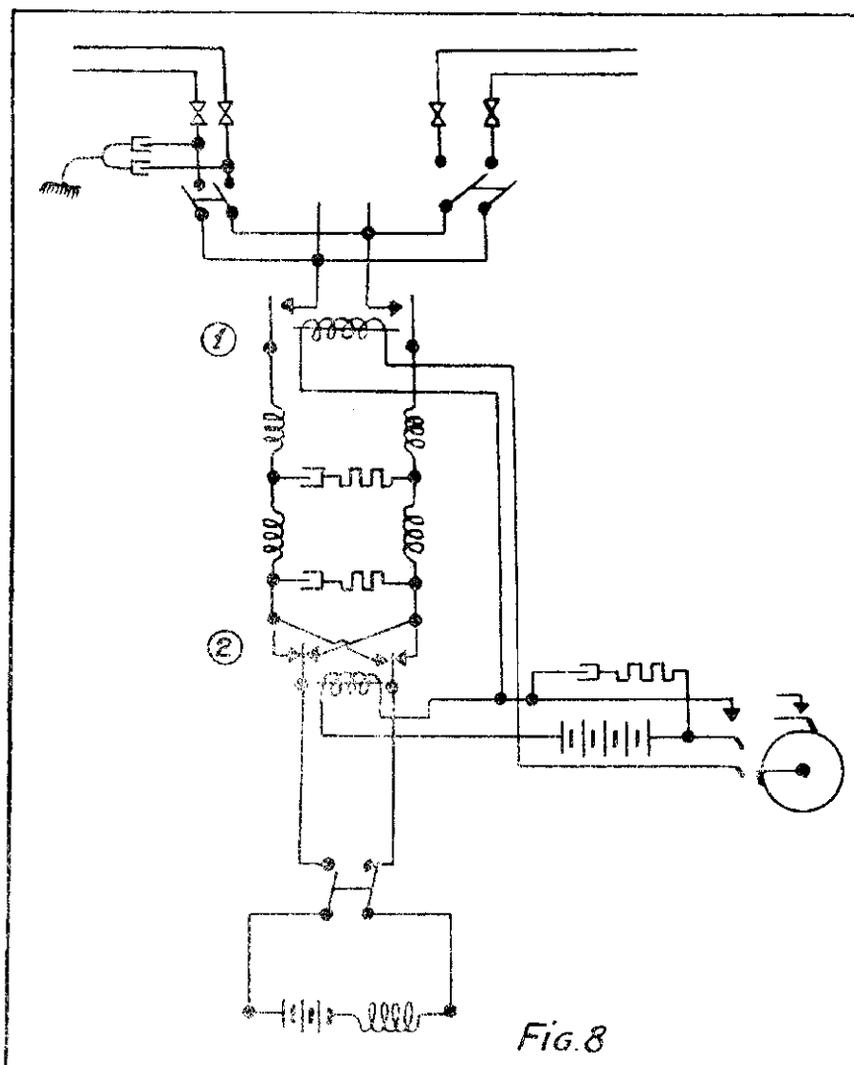
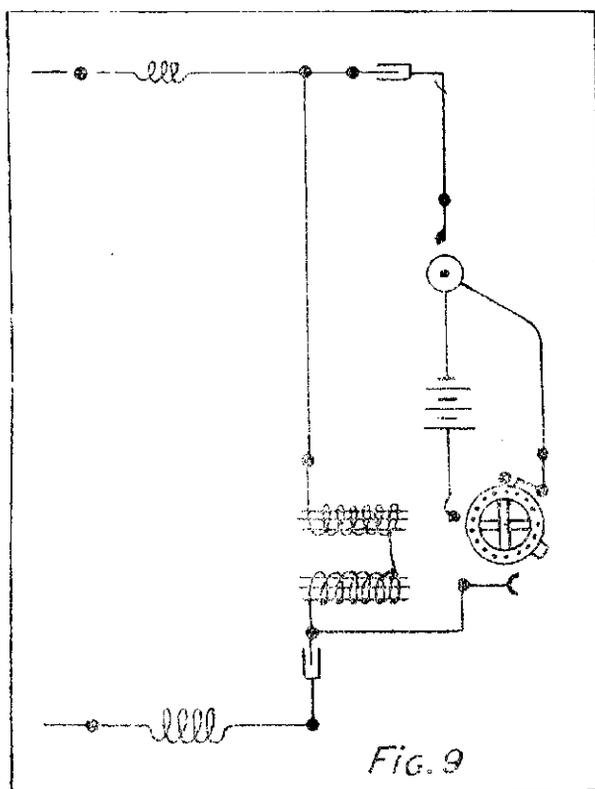


Fig. 8

La llave selectora usada en el sistema W/E./Co, consiste en un disco dentado que gira a una velocidad uniforme determinada, cuando se da un cuarto de vuelta al resorte. Sobre esta rueda van dos segmentos uno doblado hacia fuera, de modo que accione por intermedio de una pieza aislada al resorte de contacto exterior,

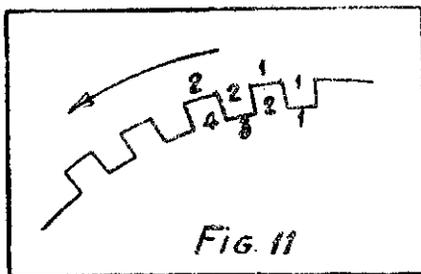
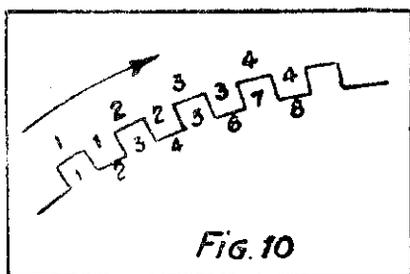
levantándolo lo suficiente para que el resorte de contacto interior, aunque levantado por un diente de la rueda no alcance a hacer contacto con él; el otro segmento es plano y equivale a un diente ancho. Cada llave necesita dos segmentos para



dar tres grupos de impulsos. Si el primer número de la combinación es impar se requiere un segmento plano y si es par se requiere uno doblado. Si el último número es par, se requiere un segmento plano y si es impar uno doblado. Por consiguiente pueden necesitarse dos segmentos iguales o dos diferentes para ajustar una llave a una combinación determinada. Supóngase que se trata de ajustar una llave para la combinación 8-5-4. Se empieza a contar por el primer diente y como el último resulta un entrediente se toma un segmento doblado para que los contactos guarden su misma posición relativa, o sea, permanezcan separados. Para ajustar el otro segmento se empieza a contar del lado opuesto, y como ahora resulta que el último es un diente, debe colocarse un segmento plano para que los resortes permanezcan en contacto.

Para explicar el funcionamiento, se va a suponer que en una central con llamada selectiva, se opere sobre la llave 8-5-4. El relay (1) de la figura 8 se excita y pone la batería principal sobre la línea. Este relay permanece excitado mientras la llave se mueve, porque la rueda y el contacto inferior cierran sobre este relay la

batería auxiliar. Los impulsos excitan el relay cambia-polos (2) el que manda sobre la línea impulsos alternados, cuya energía la suministra la batería principal. El primer grupo de 8 impulsos hace avanzar 8 escapes a todos los relays de la línea.



Terminado este primer grupo de impulsos la batería permanece sobre la línea sin cambiar de polaridad más o menos un segundo, tiempo suficiente para que las armaduras de todos los relays caigan a su posición normal, por estar conectados a la línea a través de un condensador. Por consiguiente, las ruedas selectoras de todos los relays vuelven a normal, menos aquellas que tienen un tope selector que enganche con el resorte de retención, al quedar en esa posición. El segundo grupo de 5 impulsos hace avanzar a todos los relays cinco escapes. De los relays que se mantuvieron en su posición de avance anteriormente, sólo el 8-5-4 tendrá un tope selector para enganchar con el resorte de retención. De los relays que volvieron a normal después del primer grupo de impulsos, los que tengan un tope selector al quinto avance quedarán retenidos; pero todos los demás volverán a normal durante el segundo impulso largo de un segundo. El tercer grupo de impulsos hace avanzar cuatro escapes a los relays. Sólo el relay selector ajustado para 8-5-4 habrá llegado al décimo-séptimo avance y cerrado el circuito local de la campanilla. Los relays que tengan un tope al cuarto avance en primero y segundo grupo quedarán retenidos, pero sin haber alcanzado al décimo-séptimo avance. Para que la Central sepa que la campanilla ha funcionado correctamente, el vibrador al funcionar manda un zumbido a la línea: su duración, como la del sonido de la campanilla, es de dos segundos. Después del período de llamada, transmite un último impulso que da un avance a todos los relays y los hace desprenderse de los topes de retención. Esto impide el uso de combinaciones con la unidad.

La impedancia del relay, sumada a las impedancias auxiliares que se colocan en serie con él, sube de 90.000 ohms para frecuencias telefónicas y por consiguiente su inserción no afecta la buena transmisión.

En la figura 12 se indica la manera (diagrama simplificado) cómo está dispuesta la oficina central y las secundarias en el sistema de la W. E. C.º Es conveniente hacer notar que para insertar la bobina de inducción sobre la línea, y en consecuencia para poder transmitir, es preciso previamente apretar un interruptor de botón. Con el botón en su posición normal se oye mucho más fuerte que con el botón presionado.

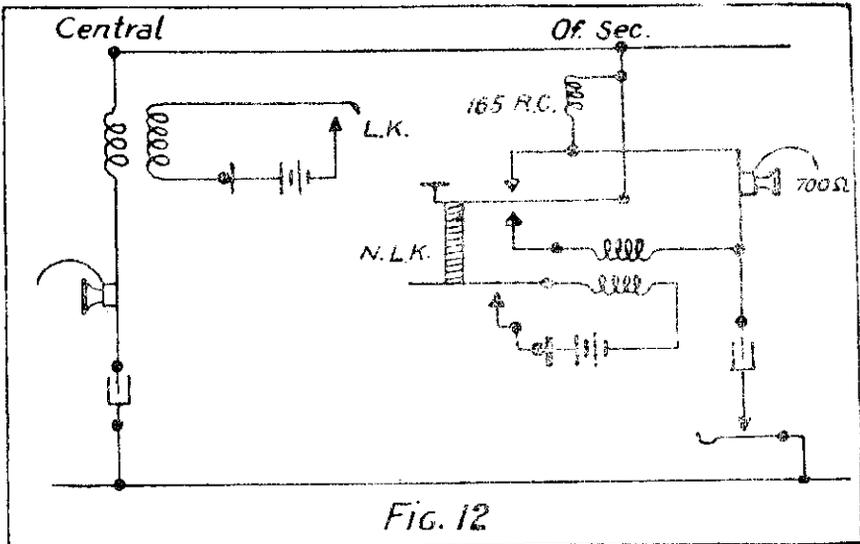


FIG. 12

8.—El sistema de línea seccionada, cuyo diseño puede verse en la figura 13.<sup>a</sup> fué inventado por Homer Roberts, pero en la actualidad ha dejado de construirse y por consiguiente ha perdido toda su importancia.

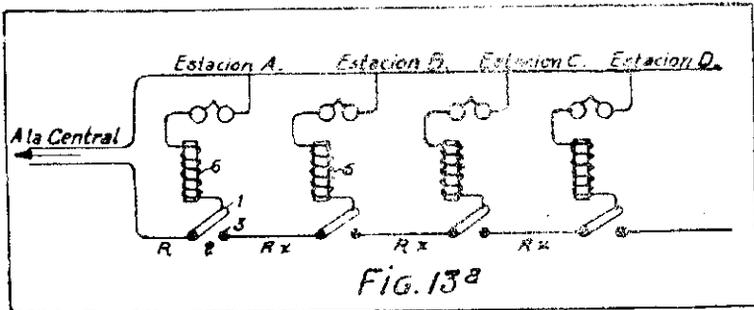


FIG. 13<sup>a</sup>

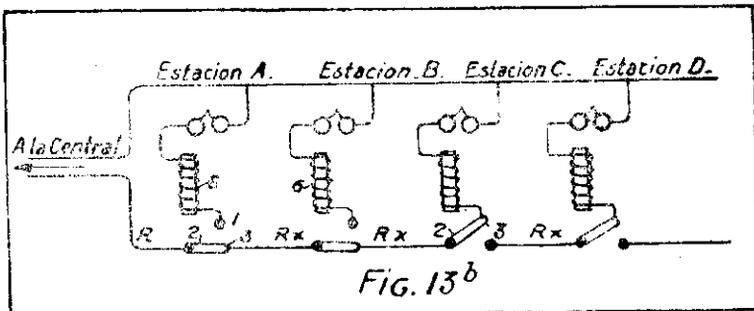


FIG. 13<sup>b</sup>

(Continuará).