

Explotación y conservación de Centrales automáticas

Conferencia pronunciada por D. MANUEL MARÍN BONELL
el día 2 de abril de 1927.

No podía declinar el honor, ni mucho menos sustraerme a la amable invitación del infatigable creador del Departamento de Instrucción, pues, aparte de la dependencia jerárquica, me une una leal amistad y una sincera admiración. Al agradecérselo, he de expresar mi reconocimiento por las amables palabras con que ha elogiado mi humilde persona, en cuanto son la expresión de la estima que siempre me ha dispensado mi antiguo Jefe, ya que sólo este afecto puede inspirárselas. A su vez he de manifestar mi gratitud hacia el digno Director del Departamento de Conservación, que me impuso el tema, la extensión y el carácter de esta conferencia.

Entro, pues, a la palestra con pie forzado para hablaros de un asunto que diseñó perfectamente uno y analizó admirablemente otro de mis compañeros que, con gran fortuna y maravillosa precisión, me precedieron en el uso de la palabra en esta tribuna.

Uno y otro cantaron las excelencias de los sistemas automáticos, asomándose a la parte más bella del problema: a la poesía que encierran los esfuerzos humanos realizados para plasmar cada una de las modalidades y cada una de las exigencias del problema de la conmutación telefónica independientemente de la voluntad, inercia y fatiga humana inherentes a los sistemas manuales.

Réstame a mí ocuparme de la parte más árida del problema, de la prosa ruda que, ante la elocuencia de los hechos, cierra el paso a toda inspiración o fantasía, puesta, naturalmente, a tributo de la investigación.

Y esto os hará comprender cuán necesitado me hallo de vuestra gran benevolencia y valiosa atención para no correrme la aridez del tema, y a este objeto fío más en vuestra alta capacidad que en mis pobres cualidades oratorias.

La índole de estas conferencias y el tiempo disponible me obligará a ocuparme de principios generales, sin descender a detalles que constituyen la labor que diariamente absorbe nuestra actividad.

No obstante, me propongo daros principios generales que os permitan aplicarlos en todo momento, a la vez que una noción de conjunto lo más clara posible.

Explotar significa obtener el mayor beneficio posible en una industria o negocio.

Los fines de toda explotación pueden resumirse en dos:

- 1.º Reducción de gastos.
- 2.º Aumento de los ingresos; calculados ambos con la vista fija en lo futuro.

Se consigue disminuir los gastos aumentando el rendimiento del material

y del personal, colocando a éste en las mejores condiciones de trabajo. Si el personal trabaja en condiciones de higiene y comodidad defectuosos o no dispone de los útiles necesarios, sus esfuerzos se consumen en pura pérdida.

Se consigue aumentar los ingresos mejorando la calidad del servicio, aumentando su campo de acción, dando facilidades a los abonados etc., etc.

El estudio de una explotación telefónica urbana, en su forma más sencilla, nos lleva a evaluar los gastos anuales que arrastra la explotación y determinar la parte que corresponde a cada línea de abonado, según el número de comunicaciones que pida y la calidad de servicio a garantizar.

De esta suerte llegaríamos a establecer una forma que nos permitiría:

a) Determinar el sistema de construcción y explotación a elegir por comparación de diferentes sistemas conocidos.

b) Determinar la tarificación más racional y elementos que permiten aumentar el número de abonados, por la variación de esta fórmula con el número de comunicaciones y con la calidad del servicio.

El costo del servicio telefónico deriva de dos factores:

1.º Gastos de establecimiento, que comprende la construcción de la red o líneas de abonados e instalación de aparatos y equipo de la Central.

2.º Gastos permanentes, que comprenden sueldos del personal, corriente consumida, renovación periódica de los materiales, etc.

Ambos pueden agruparse en una sola fórmula que dé el costo anual del servicio por línea; asignando al primero una anualidad que comprenda el interés y la amortización del capital de establecimiento, y al segundo un tanto por ciento que represente los gastos anuales de conservación, considerados

aproximadamente como proporcionales a los gastos de establecimiento.

Ambos factores darán la anualidad a determinar, en la que debe distinguirse el interés del capital, variable según el valor del dinero y la amortización propiamente dicha.

Sea C el costo del material en el momento de la instalación,

n el número de años de servicio,

V el valor residual del material, al cabo de este tiempo, ya porque se le vende, ya porque se le reutiliza parcialmente,

x la suma de gastos a desembolsar anualmente para reconstruir el material al cabo de los n años,

i el interés del dinero. Tendremos:

$$x[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + (1+i)^{n-3} + \dots + 1] = C - V.$$

Tablas de todos conocidas dan la anualidad a gastar para formar el capital $C - V$. La anualidad total que comprende interés y amortización es:

$$x + Ci.$$

El valor de C es fácilmente calculable; pero el de V y n ofrece serias dificultades.

Tratemos de deducirlo para las líneas de la red, que representan la parte más importante del capital de instalación.

La vida de las líneas telefónicas puede ser *física* y *real*, según sea o no independiente de las modificaciones de la red y atienda o no solamente al desgaste del material.

El Post Office Inglés acepta las siguientes cifras para la duración física:

Postes creosotados.....	25 a 35 años.
Hilo bronce 11/10 m/m.....	20 —
— cobre 2 m/m.....	40 —
Cable aéreo.....	20 —
— subterráneo.....	45 a 65 —
Conductos de cemento.....	75 —

En la vida real de las líneas hay que tener en cuenta no sólo sus cambios y desplazamientos, sí que también el tiempo que se hallan vacantes por darse de baja los abonados y no haber nuevas demandas en esta área.

La duración práctica de las líneas las estiman las Compañías americanas con las siguientes cifras:

Postes (cedro no inyectado)...	12 a 17 años según su sección.		
Hilo de cobre...	15	—	—
Cable aéreo....	15	—	—
Cable subterráneo.....	21 a 26	—	—

El valor de V , llamado residual, depende, naturalmente, del estado de conservación del material.

Las Compañías americanas suelen estimarlo como sigue:

Postes (cedro no inyectado).	10 a 18 %
Hilo de cobre.....	65 %
Tubos de conductos.....	0
Cable subterráneo.....	40 %

Estas cifras justifican sobradamente la necesidad de consultar estadísticas que den el costo de la instalación, la duración del funcionamiento y los valores residuales de los diferentes materiales que integren la red, y como éstos tienen diferente duración, es preciso determinar separadamente la anualidad que a cada elemento o conjunto de elementos corresponde.

Así, en las líneas aéreas se considerarán separadamente los cuatro elementos de que consta: poste, soportes, aisladores e hilo, que tienen cada uno diferente duración.

En las *líneas subterráneas* consideraremos sus tres elementos: conductos, cámaras y cables.

El cálculo será tanto más aproximado cuanto mayor sea la subdivisión de los elementos; pero esto supondría una gran complicación, que se subsana

agrupando las líneas en diferentes categorías, según su capacidad.

La anualidad kilométrica media se obtendrá contando el número de kilómetros de línea bifilar que comprende cada categoría, multiplicándolo por la anualidad correspondiente y dividir el producto por el número total de kilómetros de líneas de la red.

Para determinar la anualidad correspondiente a los gastos de conservación de una línea o instalación debe, ante todo, concretarse los elementos que deben incluirse en amortización y en conservación. Evaluado arbitrariamente uno de estos factores, el otro queda por sí determinado. Así, si en la estima de la duración de un poste se ha tenido en cuenta los que hay que retirar por podredumbre prematura, accidente, etcétera, la sustitución de éstos no debe figurar en los gastos de conservación.

Inversamente puede admitirse una duración eterna a los postes si su recambio se introduce en los gastos de conservación.

Cabe ahora preguntar: ¿cuál es el mejor procedimiento de cálculo?

Se elegirá uno u otro, según se trate de una instalación de vida ilimitada o limitada.

En una arteria telefónica cuya desaparición o cambio de trazado no puede preverse dentro de los límites en que son posibles las previsiones en materia telefónica conviene asignarlo a conservación, y en un múltiple telefónico a amortización.

La conservación de una línea aérea bifilar puede estimarse como promedio, en 14 pesetas por kilómetro y por año para la mano de obra, y en siete para la sustitución del material menudo.

Al aplicar los principios anteriores a una red urbana se presentan diferentes problemas:

a) ¿Cuándo debe sustituirse una ar-

teria aérea por una canalización subterránea?

La decisión habrá de buscarse en la comparación del gasto anual (interés y amortización comprendido) de una línea aérea y una línea subterránea de capacidad no igual, pero prácticamente equivalente.

b) ¿Qué capacidad máxima debe adoptarse para las líneas subterráneas en el momento de su instalación?

Y cuando se trate de canalizaciones multicelulares, ¿en cuánto debe exceder la capacidad máxima de los conductos de la de los cables que se instalan al empezar?

La decisión se buscará también en la comparación de los gastos representados, de un lado, por el material suplementario inmovilizado, y de otro, por los trabajos de extensión de la línea.

La práctica americana recomienda la instalación de conductos con capacidad suficiente para veinticinco o treinta años, y para los cables esta capacidad suele reducirse a cuatro años, dada la facilidad de sustitución de los mismos.

Podríamos aún considerar si es más conveniente instalar un cable de 1.200 pares desde un principio, o poner solamente uno de 600, y al cabo de n años, otro cable también de 600, o retirar el primero para reemplazarle por uno de 1.200 pares; pero esto nos separaría demasiado de nuestra cuestión principal y absorbería un tiempo que necesitamos.

En el rápido examen que acabamos de hacer de la Red Urbana desde el punto de vista económico, no hemos tenido en cuenta la calidad del servicio.

Esta debe intervenir de dos maneras distintas:

a) Al comparar dos sistemas diferentes es preciso considerarlos a igual calidad de servicio.

b) Si no puede considerarse como igual la calidad del servicio, o si se trata de estudiar el mejoramiento de esta calidad, debe esforzarse en cifrar las consecuencias pecuniarias, evaluando el aumento de ingresos que resultaría y comparándole con el aumento de gastos. La constitución de la red influye sobre la calidad del servicio de dos maneras:

1.ª Sobre la permanencia del servicio, por la mayor o menor frecuencia del número de averías y por su duración.

2.ª Sobre la audición por el diámetro escogido.

La primera se manifiesta por un aumento en los gastos de conservación, y puede admitirse que los gastos de mano de obra para la reparación de averías son aproximadamente proporcionales a la duración total de las interrupciones del servicio causadas por estas averías.

Si, pues, son iguales las anualidades de dos sistemas de construcción, escogeremos aquella que arroje un gasto de conservación más bajo, ya que éste implica un total de interrupciones menor y, por lo tanto, una mejor calidad del servicio.

En cuanto al segundo punto, ha de tenerse en cuenta que la resistencia eléctrica de la línea influye poderosamente sobre las perturbaciones eléctricas que determinan la selección de los números y sobre la alimentación de los micrófonos. Un cable subterráneo de hilos de 1 milímetro da un aumento de potencia de transmisión muy superior al de otro de hilos de 0,65 milímetros, que es muy difícil de cifrar económicamente.

Este aumento tiene, en efecto, diversas consecuencias:

a) En los abonados que celebran muchas conferencias interurbanas se anularán menos conversaciones por

mala audición y se perderá menos tiempo al establecer la comunicación.

b) Los abonados pedirán comunicaciones con localidades alejadas, que no solicitarían si la transmisión fuera menos potente.

c) Reclamarán menos frecuentemente la visita de los celadores para revisar su estación.

Las Compañías americanas aceptan para los cables diámetros de 0,51, 0,64 y 0,91 milímetros.

Aparatos de abonados.—El Post Office Inglés asigna veinticinco años para la duración física, y doce años para la vida práctica de funcionamiento de los aparatos de abonados, estimando en un 20 por 100 el valor residual de los mismos.

La influencia del aparato sobre la calidad del servicio es evidente, y deberá escogerse el más sensible (siempre que esta sensibilidad sea constante y no origine desperfecto), aunque resulte más caro, ya que el aumento de precio es, generalmente, pequeño frente a las otras partidas de gastos de primer establecimiento.

Además, su mayor eficacia con respecto a las comunicaciones interurbanas produce el mismo efecto que una disminución de resistencia en la línea, y permite aumentar la longitud límite por debajo de la cual se pueden emplear cables de menor diámetro.

Central.—Dos son los elementos que hay que considerar en el estudio económico de una Central: material y personal. Ambos son complementarios y no pueden estudiarse separadamente; si bien es cierto que esta dependencia es superior en los sistemas manuales que en los automáticos.

Sería muy interesante que, antes de entrar en el examen de una Central automática, consideráramos una Central manual, para fijar equivalencia y establecer comparaciones, y demostrar

las ventajas del automático sobre el manual, desde el punto de vista de explotación.

Esto exigiría un estudio de:

a) Cálculo del número de posiciones de operadora.

b) Determinación de la carga de una operadora.

c) Influencia del auxilio mutuo.

d) Fatiga de las operadoras.

e) Llamadas igualadas.

f) Cálculo del número de órganos por posición, etc.

Y en el caso de tratarse de redes con diferentes centros, completar este estudio con:

g) Determinación de la carga de una operadora *B*.

h) Posiciones *B*, fraccionadas.

i) Determinación del número de enlaces.

j) Rendimiento de los enlaces.

k) Posiciones tandem, etc.

Y completar este estudio con:

l) Número de operadoras en las diferentes horas del día.

m) Comparación entre las diferentes maneras de distribuir el personal.

Pero esto, de por sí, da material sobrado para algunas conferencias, y por esto nos limitamos solamente a su enumeración.

Pasemos también por alto las Centrales semiautomáticas y entremos de lleno en las completamente automáticas.

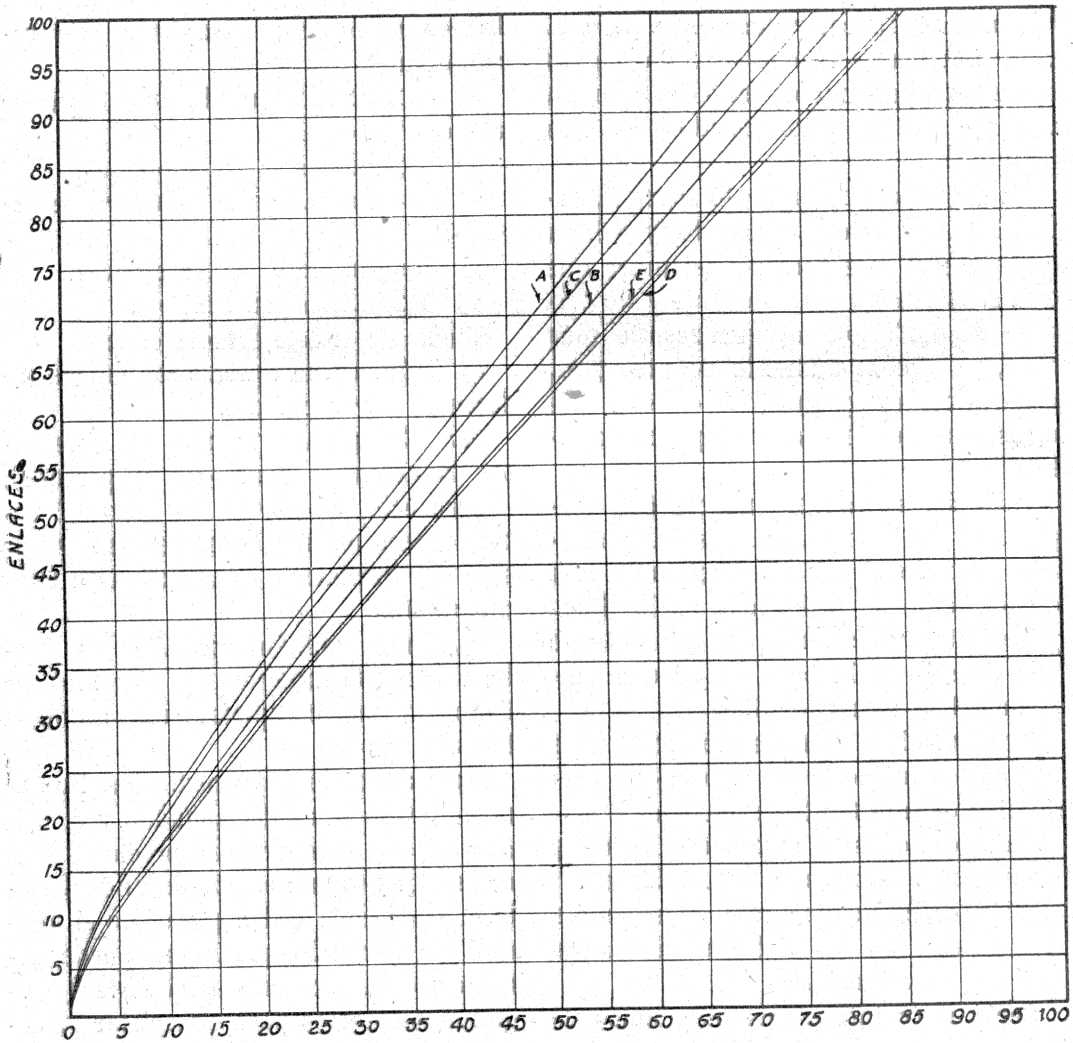
No existiendo intermediarios humanos entre la línea del abonado y el primer órgano selector, será preciso disponer suficiente número de órganos de selección de cada orden para que el aparato del abonado que llama pueda conectarse sin demora con la serie de órganos necesarios para completar la conexión.

Esto no puede realizarse de una manera absoluta, pues conduciría a dotar a la Central de tantas series de ór-

ganos como de líneas, y ya el Sr. Vilanova, en su magnífica disertación, demostró que no era práctico ni económico. La condición generalmente impuesta es que en cada selección, por ejemplo, cuando un selector primero busca un enlace de un selector segundo libre, etc., la probabilidad para que todos los enlaces accesibles estén ocupados no debe exceder de un valor dado; por ejemplo, $1/1.000$.

Esta condición es más o menos rigurosa, según se trate de sistemas como el

Strowger, en que el selector, si no encuentra un enlace libre en el nivel que explota, se para, y las impulsiones que sigue transmitiendo el abonado que llama, se pierden, o de sistemas, como el rotativo 7A, en que los órganos selectores que buscan un enlace libre, giran constantemente hasta que le encuentran. Esto exige la presencia de registradores que se unen temporalmente a la línea del abonado que llama para recibir sus impulsiones, almacenarlas y retransmitirlas cuando encuentran



(Llamadas)

Curvas A y B según fórmula de Molina para $P = .001$ y $P = .01$
 Curvas C y D " " " Erlang " $P = .001$ y $P = .01$
 Curvas E " " " Campbell "

Fig. 1.ª

un selector disponible. Los registradores gobiernan en seguida el movimiento de los selectores sucesivos, y quedan inmovilizados el tiempo necesario, hasta que la selección ha terminado. Constituyen el corazón del sistema y desempeñan, con precisión matemática y rapidez inigualada, las funciones de la operadora del sistema manual.

Sea cual fuere el sistema, el número de órganos selectores o registradores se puede calcular de la misma manera.

Podríamos proceder a su estudio partiendo de las fórmulas de Chistensen, analizar la ley de Bernouilli y hallar en los trabajos de O'Dell y Milon las fórmulas prácticas que nos resolvieran este problema. O, aun mejor, analizar los estudios de la Western Electric, o los de Lubberger, Max Langer, Langkau, Grave, Petit, Molina, Merker y, principalmente, Erlang. Todos estos estudios, como ya sabéis, se han traducido en tablas y curvas de facilísima aplicación, de los cuales la figura 1.^a reproduce las deducidas de las fórmulas de Molina, Erlang y Campbell, siendo digno de mencionar el círculo de cálculo construido por el dignísimo Subdirector del Departamento de Instrucción y notable especialista de equipos automáticos, don Carlos Soler.

Consta de dos discos, uno fijo *A* y otro móvil *B*, alrededor de un eje que pasa por los centros de ambos discos.

En el primero (fig. 2.^a) se escriben, en la corona circular que limitan las circunferencias *a* y *b*, los valores correspondientes al número de comunicaciones en la hora de mayor tráfico, y en el segundo, de radio igual al de la circunferencia *a*, se practican ventanas casi rectangulares de longitud igual a la que comprende el grupo de valores para los que consideramos un valor distinto de *P*. Estos valores se colocan alternativamente en el disco *A*, a fin de que, al enrasar la flecha que com-

porta el disco *B* en las líneas de coincidencia que representan a *P*, aparezcan en las ventanas los números correspondientes a dichos valores. El disco móvil lleva escrito entre cada dos ventanas el número de enlaces u órganos, deducidos en este caso concreto de la fórmula de la Western.

Su manejo es sencillísimo. Superpuestos ambos discos de manera que coincidan sus centros, se les fija según el eje que determina y se hace girar el disco *B* alrededor de *A* hasta que la flecha coincida con el valor escogido de *P*, y al lado del número de enlaces respectivos aparecerá en la ventana el número de comunicaciones que pueden soportar en la hora de máxima carga para la probabilidad *P* escogida. Recíprocamente, conocido el número de comunicaciones en la hora de mayor tráfico, se hallará el de enlaces necesarios por idéntico mecanismo.

Esto no obstante, os ofrecí, al principio de esta disertación, facilitaros datos concretos que os sirvieran de referencia y comparación en todo momento, y a este fin diremos que, en una Central de 7.000 líneas, por ejemplo, el número de órganos es como sigue:

SISTEMA STROWGER

Número de preselectores primeros, 400 por 100 del número de abonados.

Número de preselectores segundos, 12 por 100 del número de abonados.

Número de selectores primeros, 5 por 100 del número de abonados.

Número de selectores primeros interurbanos, 4 por 100 del número de abonados.

Número de selectores segundos, 7,4 por 100 del número de abonados.

Número de selectores finales, 11,5 por 100 del número de abonados.

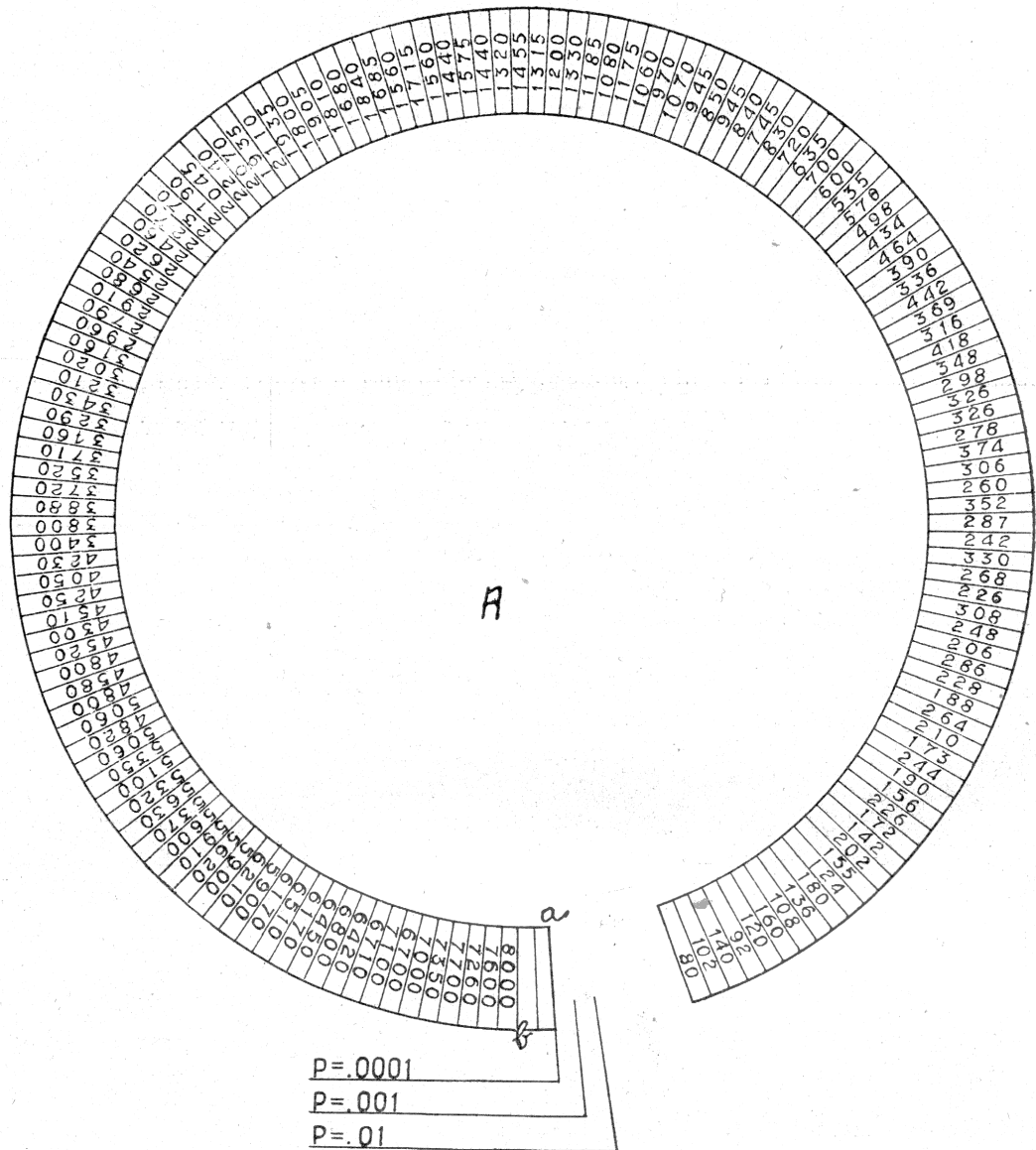


Fig. 2.ª

SISTEMA ROTATIVO

- Buscadores primeros, 14 por 100.
- Circuito conexión, 7 por 100.
- Registradores, 1,2 por 100.
- Selectores segundos, 4 por 100.
- Selectores finales, 9 por 100.

Estos datos son, naturalmente, aproximados, y para determinarlos conviene aplicar las tablas, curvas o círculo de cálculo después de planteado el pro-

blema con arreglo a los datos de tráfico, ya que los cálculos anteriores arrancan de la expresión

$$= f\left(\frac{T}{K}\right), (1)$$

en la que *T* representa el tráfico, *K* la capacidad del campo de los selectores y *N* el número de órganos.

Medios de aumentar el rendimiento del personal.—Si tratáramos de Centrales manuales, habíamos de considerar:

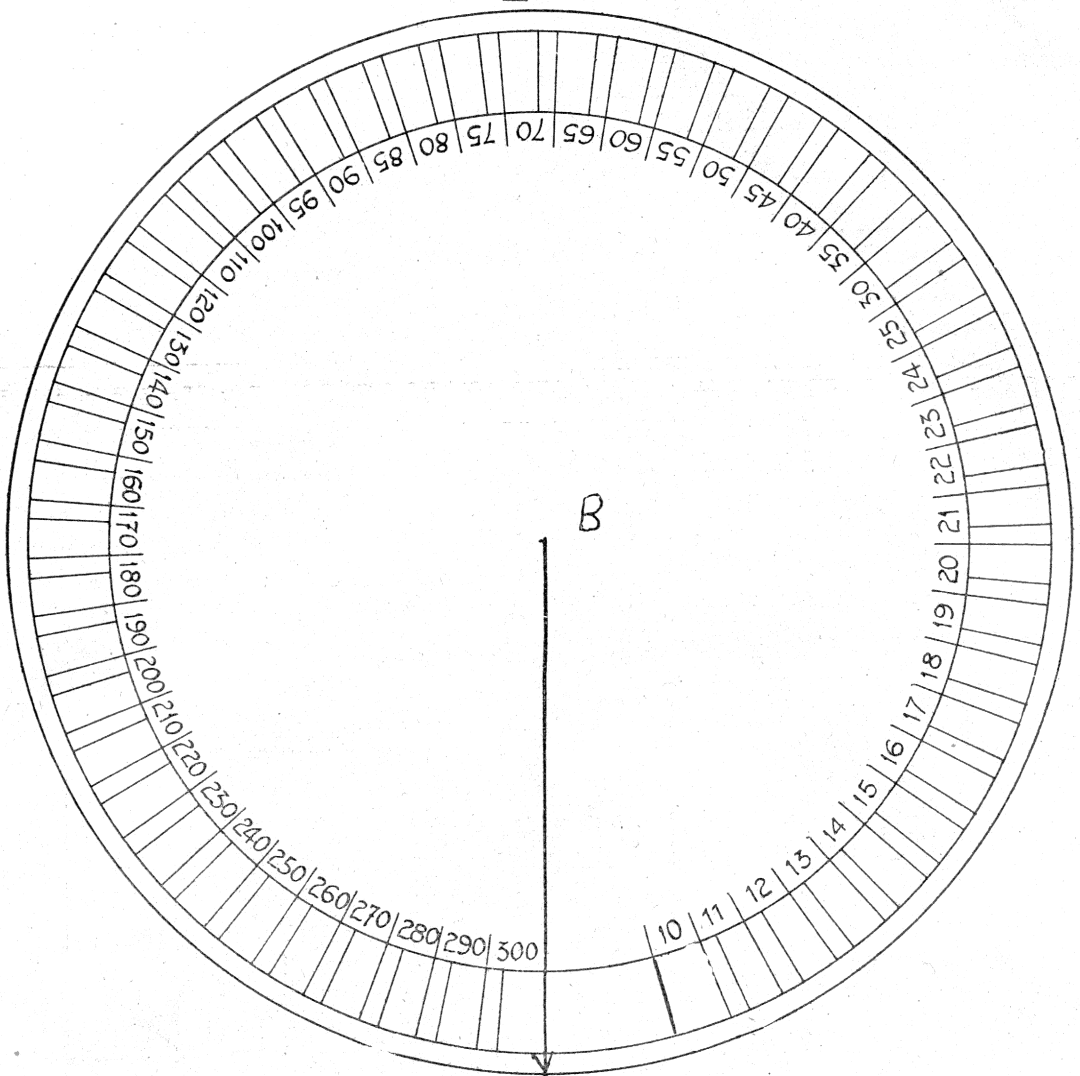


Fig. 2.ª bis.

- a) Regularización del tráfico.
- b) Reducción del tiempo que cada comunicación toma a la operadora.
- c) Repartición de líneas de conversación.
- g) Distribuidores de tráfico, etc.

Puntos todos de gran interés, como los anteriores, y cuyo análisis ofrece materia sobrada para algunas conferencias.

En las Centrales automáticas el rendimiento del personal queda muy simplificado, ya que queda reducido a la del personal de conservación, y ésta de-

pende del estado de perfección de los diferentes sistemas automáticos. A este fin debe prestarse especial atención a los dispositivos delatores de los incidentes de explotación más frecuentes, a saber:

- 1.º Avería de una línea exterior o inmovilización de un órgano debido a una falsa maniobra del abonado.
- 2.º Avería de un órgano del equipo automático que no vuelve a su posición de reposo.
- 3.º Inmovilización de un órgano se-

lector, o rotación continua del mismo, según sea el sistema.

4.° Llamadas dirigidas a números desconectados o no existentes.

5.° Abonados que dejan descolgado el receptor.

6.° Abonados impertinentes que molestan a otros abonados.

7.° Falta total de la energía de la red de distribución, etc., etc.

Todas estas anomalías deben manifestarse en forma de señales acústicas y luminosas de fácil diferenciación, indicando la naturaleza de la anomalía y el lugar donde ésta se ha producido, para encontrar rápidamente la máquina u órgano averiado. La señalación debe ser más o menos inmediata, según se trate de una avería que

no pueda desaparecer por sí misma, como, por ejemplo, la fusión de un fusible, o de una anomalía pasajera, como, por ejemplo, inmovilización de un órgano, etc. En este caso, la señal se manifiesta un tiempo después de haberse producido la irregularidad. De esta suerte, si la inmovilización es pasajera, es decir, dura sólo algunos segundos, no da tiempo a que se manifieste la señal.

Rendimiento del material.—Para aumentar el rendimiento de los aparatos, existen solamente dos procedimientos:

a) Igualar el tráfico, es decir, buscar la manera de que el número de llamadas sea repartido lo más uniforme posible entre las diferentes horas del día, para evitar la hora de máximo trá-

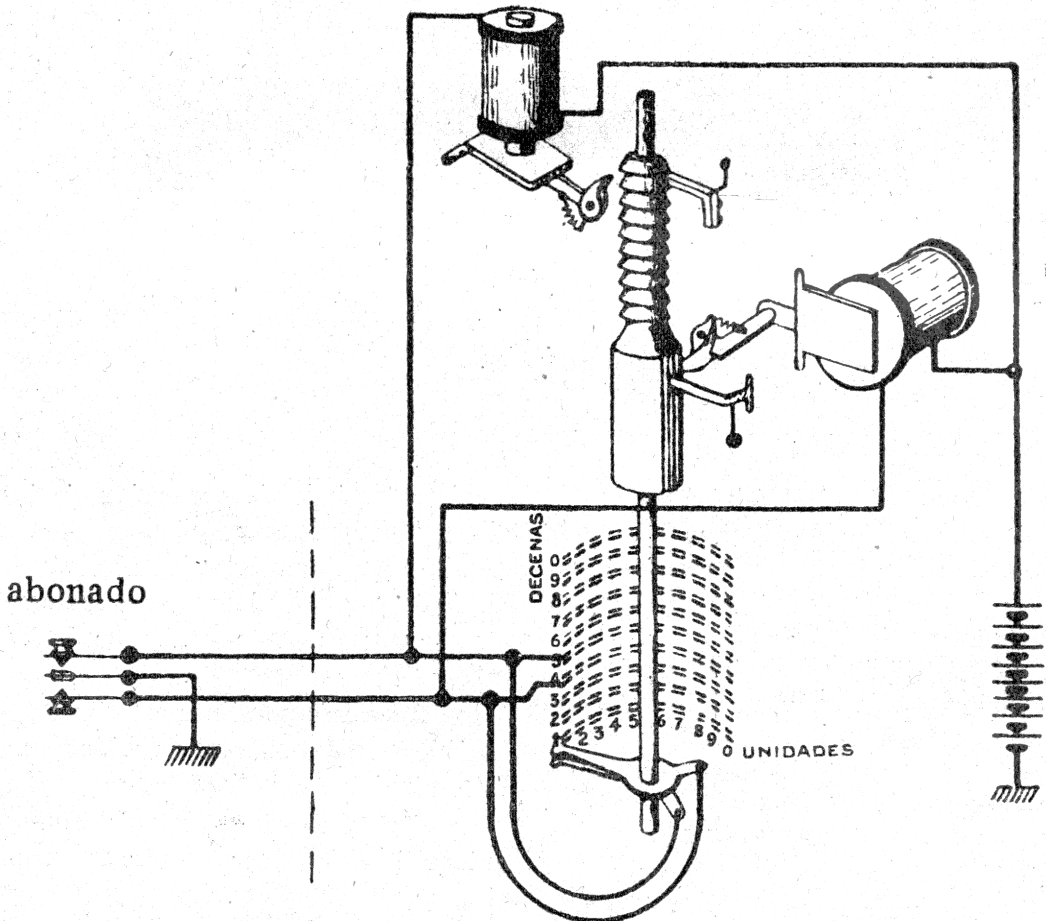


Fig. 3.ª

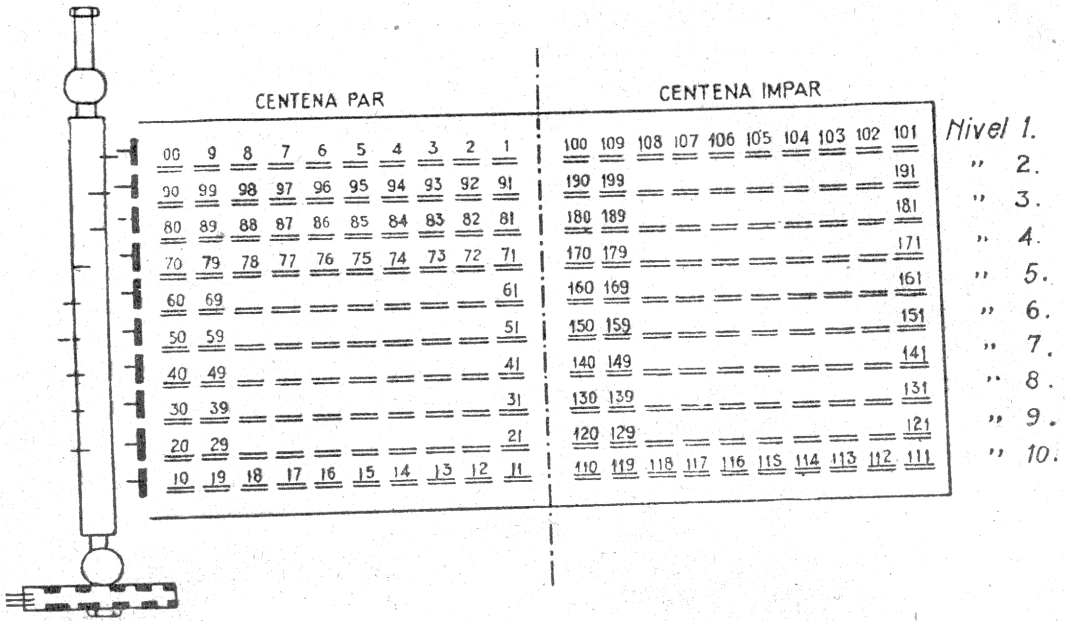


Fig. 4.^a

fico, que es la que impone el número de órganos a calcular. Esto se conseguiría estableciendo una tarificación diferente, según las horas del día, como lo hacen algunas Compañías de electricidad.

b) Aumentar la capacidad de selección de los buscadores y selectores, pues, para una misma probabilidad de hallarlos ocupados, si un selector puede escoger entre 30 enlaces, puede imponerse a cada uno de ellos un rendimiento mayor que por sí sólo puede escoger entre 10.

La capacidad del campo de contactos y su disposición identifica a cada uno de los sistemas automáticos, constituye la base del sistema y señala su mayor o menor perfeccionamiento *con respecto* a los demás.

La fórmula (1) dice que cuanto mayor es el campo de contactos menor es el número de selecciones sucesivas necesarias. Por eso basta un solo órgano selector para escoger un abonado entre 100 en el sistema Strowger; entre 200 en el Rotativo 7A, y entre 500 en el Ericson, porque sus bases respec-

tivas son 100, 200 y 500, es decir, sus campos constan de 100, 200 y 500 contactos unidos a las líneas de los abonados, dispuestos como indican las figuras 3.^a, 4.^a y 5.^a

Fijándonos en la forma cómo se verifica la selección en una Central, de la capacidad de su campo de contactos, observaríamos, en el Strowger (figura 3.^a), que las escobillas del selector trepan en la columna hasta alcanzar las decenas y giran en la fila el valor de la cifra de las unidades, es decir, hasta la línea. En el Rotativo (fig. 4.^a), el eje selector de escobillas desengan-

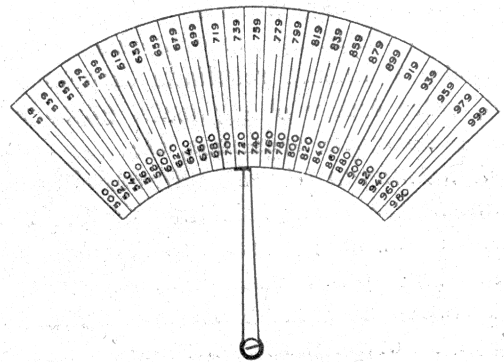


Fig. 5.^a

cha la escobilla del nivel que comprende la decena del número, y el carro de escobillas gira un número de pasos determinados por la ley de selección, hasta la línea deseada. En el Ericson (figura 5.^a), el carro de escobillas gira primero para escoger la doble decena y penetra después un número de pasos determinados por la ley de selección, hasta capturar la línea del abonado deseado.

Si, pues, consideramos las figuras 3.^a, 4.^a y 5.^a, vemos que el movimiento del órgano selector ha tenido por objeto recorrer las coordenadas que determinan la posición de cada línea en el campo de contactos y cuyo origen señala el punto de partida del órgano selector. Coordenadas cilíndricas en los dos primeros sistemas, por estar dispuestos los contactos en rectas verticales y círculos horizontales con elevación real en el Strowger y virtual en el Rotativo y coordenadas polares en el Ericson, por estar dispuestos los contactos del campo en 20 circunferencias concéntricas y 25 radios rectores.

Se ve, pues, que las diferentes soluciones de la capacidad del campo de contactos recuerdan las de los diferentes sistemas de numeración, y, por lo tanto, podemos repetir la frase de Langkau de "que la ordenación telefónica automática es la representación geométrica de un sistema de numeración".

Cuando la capacidad de un órgano no puede aumentarse mecánicamente se obtiene el mismo resultado disponiendo, entre éste y el siguiente, buscadores o selectores segundos, etc.

Rendimiento de las líneas.—Puede aumentarse el rendimiento de las líneas de abonados utilizándolas en común para dos o más abonados. Y en este orden de ideas podríamos estudiar algunos dispositivos entre los cuales, uno debido al Sr. Vilanova, cuyas ca-

racterísticas pueden resumirse en un aumento de capacidad y una reducción en el costo de instalación, y otro, nuestro, basado en el principio del sistema automático de relais.

En las líneas de abonados usadas individualmente no puede aumentarse su rendimiento propiamente dicho; pero en una red dada puede disminuirse la longitud media de las líneas individuales, siempre de pequeño rendimiento, aumentando la longitud de los enlaces de rendimiento más elevado. Esto se consigue aumentando el número de Centrales o instalando Centrales satélites.

El rendimiento de los enlaces va unido naturalmente al de los órganos selectores con que terminan.

Cuando las redes se explotan con Centrales automáticas pueden instalarse Centrales secundarias llamadas satélites, en los barrios alejados, provistas solamente de los órganos unidos directamente a la línea, es decir, buscadores o preseleccionadores y selectores de fin o conectores. Los enlaces que van de estos órganos a los selectores unen la Central satélite con la Central más próxima.

Cuando los enlaces son de tres hilos su unión con los enlaces de dos hilos se verifica por medio de órganos especiales llamados repetidores, que alimentan la línea del abonado que llama con la batería de la estación satélite.

Las estaciones satélites, de tráfico poco intenso y que no exceden de 600 abonados, no exigen la permanencia de personal en la estación; la prueba de sus órganos y enlaces, como también la carga de la batería, se hace directamente desde la Central.

La existencia de estaciones satélites no aumenta el número de órganos de conexión propiamente dichos, siendo esta una de las cualidades más aprecia-

das de los sistemas automáticos sobre los manuales.

Se instalarán cuando la economía realizada en las líneas de la red supere a los gastos suplementarios de instalación del local y órganos accesorios, tales como baterías, repetidores, etc.

Explotación suburbana.—La explotación suburbana halla en los sistemas automáticos su más perfecta realización, ya que se salvan todos los obstáculos que se presentan en una explotación manual. Se aumenta, además, el rendimiento de los enlaces, uniendo las pequeñas Centrales solamente con la principal, a través de la cual pasan todas las comunicaciones cuando la importancia del tráfico no justifica la creación de enlaces directos con las demás.

La explotación automática para las relaciones suburbanas ofrece la ventaja del método tandem en la manual (mejor rendimiento de los enlaces), sin tener sus inconvenientes.

Explotación rural.—La explotación rural halla también en los sistemas automáticos el ideal de su realización.

Los sistemas Strowger, el paso a paso de la Western, y principalmente el de relays, son los generalmente empleados, hallándose extraordinariamente difundida en Alemania e Inglaterra.

Ejemplo de esto son las instalaciones de Ramsey y Fleetwood, cuyo perfecto funcionamiento pudo comprobar detalladamente en 1923.

En la mayor parte de estas instalaciones no existe permanentemente personal especializado en las Centrales, verificándose las pruebas y carga de baterías como en el caso estudiado de estaciones satélites.

Merece especial mención la instalación automática del distrito de Weilheim, que representa la figura 6.^a. Abarca este distrito un radio de acción

de 25 kilómetros, dividido a los efectos de tarifa en tres zonas.

Para percibir las tarifas correspon-

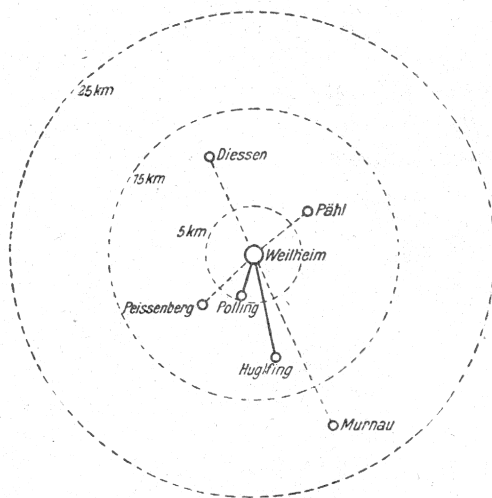


Fig. 6.^a

dientes se ha provisto a cada línea de abonados de dos contadores: uno de tiempo y otro de zona, que avanzan automáticamente según la duración de la conversación y la distancia que separa a los abonados. Las tarifas de conferencias son unas múltiples de otras; triple de la primera zona para la segunda y duplo de ésta para la tercera zona.

En España, la hermosa Central de Balaguer tiene como abonado automático a la Central de Lérida, que dista 26 kilómetros, y a pesar de su línea de hierro de cuatro milímetros su funcionamiento es perfecto. De esta suerte se ha conseguido un servicio permanente entre Lérida y Balaguer.

En las explotaciones interurbanas en que la intervención de las operadoras manuales reduce a un 70 por 100 su rendimiento, van entrando poco a poco los dispositivos automáticos, reduciendo la intervención de aquéllas para aumentar el rendimiento de las líneas.

Ejemplo de ello son:

a) La instalación de Columbus (Estado de Ohio, en los Estados Unidos),

en la que, alrededor de esta población existen treinta poblaciones cuya distancia varía entre 17 y 290 kilómetros. Los circuitos interurbanos afluyen en Columbus a selectores para encontrar directamente los abonados de la red automática de Columbus.

b) Instalación automática del distrito de Dakota, de América del Norte, representado en la figura 7.^a, que abar-

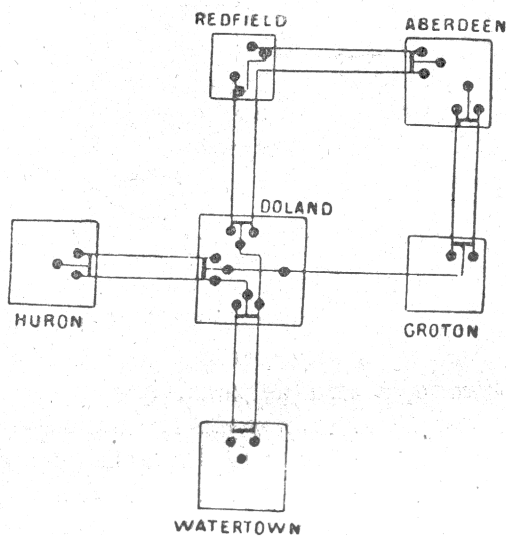


Fig. 7.^a

ca seis poblaciones con la Central principal de Doland, y las cuales pueden conseguirse a voluntad, ya mecánicamente, ya por el sistema manual.

Las comunicaciones se obtienen marcando un número convencional que selecciona la línea, que en la Central de Doland va a la población deseada. Si la línea está libre, marca el número del abonado deseado, y la conexión queda establecida.

La selección de las diferentes poblaciones, como la de las diferentes Centrales de una red urbana, puede conseguirse dando un número convencional a cada Central, como en el caso de Madrid, o bien letras, además de números en el disco.

La adición de una letra sirve, como

máximo, para ocho Centrales; la de dos, para 56, y la de tres, para 500 Centrales.

Podríamos analizar las razones que se oponen al uso de los sistemas automáticos en la explotación interurbana y la manera de solventarlas, como igualmente los principios en que debe inspirarse la tarificación urbana e interurbana; pero llevo molestando demasiado tiempo vuestra valiosa atención y aun me falta ocuparme de la segunda parte del tema.

Conservar una cosa, según la Academia de la Lengua, quiere decir mantenerla en su estado originario, y esto implica la reconstrucción continua de los componentes que se desmoronan y destruyen: labor ingrata, en la que la actividad humana, que llega a veces a ser titánica, se pierde siempre en la obscura sombra del olvido. Estimula y satisface más crear y dar vitalidad a una creación que conservarla, porque ésta, además de comprender aquellas dos juntas, ha de vencer los obstáculos que a diario se presentan para corregir puntos débiles que se escaparon al proyectista, o fueron indebidamente realizados por el constructor o mal dispuestos por el instalador. Y aun en el caso de una creación perfecta y una realización admirable, la labor de conservarla es siempre monótona y difícil, tanto más cuanto mayor sea su complicación.

Y esta ley general es más dura cuando se trata de servicios públicos, y especialmente de la índole del telefónico, que se halla constantemente controlado por el mismo y cuya menor deficiencia repercute inmediatamente en el desenvolvimiento de la vida comercial y social.

La labor de conservar es, sin duda alguna, la más difícil y, tal vez, la más importante, porque en su bondad va vinculado principalmente el nombre de la explotación que se conserva.

El rendimiento de una Central automática depende de dos factores principales:

- a) Personal.
- b) Organización.

La atención de uno de ellos sin el adecuado desarrollo del otro no puede suministrar la perfección exigible al sistema, y, por ende, traducirse en un servicio eficiente. De nada serviría una organización perfecta si no fuera puesta en práctica por un personal celoso y competente, y viceversa. Si, pues, la organización es idéntica para las diferentes Centrales, habrá que buscar en el personal el secreto del mayor o menor éxito de las mismas.

Dos son los procedimientos preconizados para conservar una Central:

- a) Esperar a que se produzca una avería para repararla.
- b) Utilizar dispositivos que delaten los puntos débiles para anticiparse al remedio de aquéllos.

En diferentes ocasiones se ha sostenido que el primer procedimiento es más económico, y aunque no deja de tener algún punto cierto, ofrece, en cambio, el grave inconveniente de no suministrar un servicio satisfactorio.

Las pruebas e inspecciones rutinarias ocupan un 40 por 100 del número total de horas, y el tiempo absorbido en la reparación de averías encontradas no excede del 9 por 100, y aun se reduce el primero sin comprometer la calidad del servicio, cuando las Centrales han normalizado los órganos ajustados a su funcionamiento y los mecánicos familiarizados con el equipo.

La comprobación, ajuste, reparación y limpieza verificada durante las inspecciones rutinarias, corrigen gran número de condiciones inmediatas a la avería sin haber llegado todavía a producirla, y los puntos débiles se suprimen de esta suerte antes de que repercutan en el servicio.

Si se esperara a que se presentaran las averías, podrían repercutir éstas sobre muchas llamadas. Por otra parte, si se dejaran aumentar las averías y se intentara repararlas en bloque, se precisaría un personal mucho más importante; personal que tendría un exceso de trabajo en muchos momentos, y, en cambio, en otros no sabría en qué ocuparse. Por lo tanto, desde el punto de vista económico, es preferible que el personal de Conservación del equipo se ocupe en un trabajo regular y sistemático.

La figura 8.^a esquematiza un proyecto nuestro de organización de Centrales automáticas, que vamos a resumir, porque su examen nos ocuparía más tiempo del que llevo ya molestando vuestra atención.

Comprende cuatro grandes agrupaciones: instrucciones, trabajos, personal y elementos con que debe equiparse toda Central automática, subdivididas a su vez en otras varias, como indica la figura 8.^a

Las instrucciones generales conciernen al personal de las Centrales, y comprenden las disposiciones de régimen interior.

Las instrucciones especiales o técnicas tienen por objeto asegurar la mayor eficacia del servicio.

Comprenden todas las especificaciones y descripciones necesarias para el íntimo conocimiento de la Central. Unas son meramente descriptivas de todos los circuitos del equipo, regulares, especiales, de pruebas sistemáticas, mesas de prueba y especiales, etc.; otras se refieren a la disposición de los órganos y la manera cómo están acoplados en los bastidores, y éstos entre sí en las diferentes filas y categorías; otros son métodos de operación de las diferentes rutinas, mesas especiales; otras, en fin, son métodos de conservación de todos los elementos del equipo.

El número de éstas asciende a 28, y se irán aumentando a medida que lo exijan las necesidades.

Trabajos.—Este apartado comprende:

- a) Turnos.
- b) Distribución del trabajo.
- c) Vacaciones.
- d) Clasificación de los trabajos.

Los turnos se combinarán de manera que el trabajo de los mecánicos cubra por completo las exigencias del servi-

cio dentro de las cuarenta y ocho horas semanales que deben llenar.

Se constituirán tres equipos. El primero, de ocho a doce y de catorce a diez y ocho; el segundo, de diez a catorce y de diez y seis a veintidós unos, y de veinte a veinticuatro otros, y el tercero, de veinticuatro a ocho.

El trabajo se distribuirá en las grandes Centrales de acuerdo con el esquema del gráfico de la figura 9.^a, y en las de

CONSERVACION DE CENTRALES AUTOMATICAS

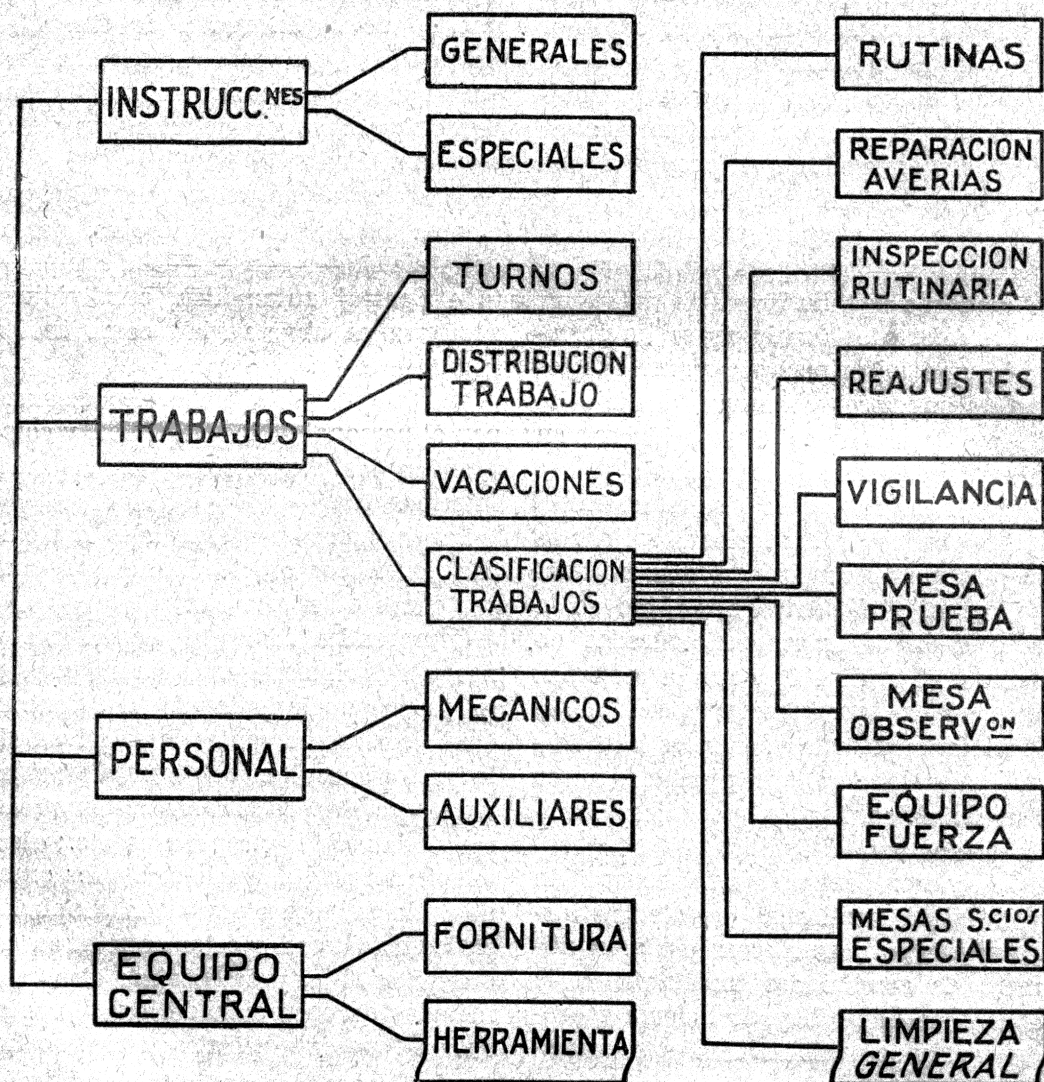


Fig. 8.^a

mediana o poca importancia, cuando no pueda amoldarse a la anterior, se buscará la combinación más favorable para el servicio.

Para armonizar las exigencias con la comodidad de los mecánicos se han estudiado diferentes turnos, aconsejando la experiencia que la distribución más conveniente del personal es la que representa la figura.

La distribución del trabajo es variable, según la importancia de la Central y el estado de la misma. La esquematización en el gráfico de la figura 9.^a es recomendable en los primeros meses de funcionamiento; pero puede alterarse y dedicar las horas de la noche para realizar las pruebas sistemáticas o rutinarias, cuando la Central se halla normalizada y reducido a su justo número el de mecánicos existentes.

Clasificación del trabajo.—El trabajo en las Centrales automáticas, especialmente en las de grande y mediana importancia, puede clasificarse de la siguiente forma:

- 1) Pruebas sistemáticas de los circuitos o *rutinas*.
- 2) Reparación de averías.
- 3) Inspección rutinaria eléctrica y mecánica de los órganos.
- 4) Reajuste de los mismos.
- 5) Vigilancia.
- 6) Mesa de prueba, comprendiendo la prueba de las líneas exteriores y aparatos de abonados.
- 7) Mesa de comprobación del servicio, comprendiendo la observación del servicio y medidas de tráfico.
- 8) Equipo de fuerza y acumuladores.
- 9) Mesas especiales.
- 10) Limpieza general.

Rutinas.—Las rutinas son las normas de trabajo que deben realizar los mecánicos diariamente o dentro del período que se fije para determinar el estado de los órganos de la Central. Las pruebas

rutinarias hacen trabajar las máquinas en análogas condiciones a como trabajan cuando se provocan llamadas

DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO EN LAS CENTRALES AUTOMÁTICAS

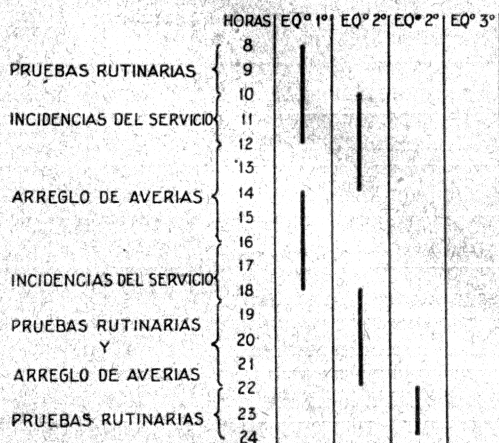


Fig. 9.^a

por los abonados, y delatan las averías e irregularidades de las máquinas. Permiten, pues, remediar las averías antes de que originen reclamaciones los abonados, y, por lo tanto, su debida ejecución garantiza la clase de servicio de la Central. No deben olvidar esto los mecánicos, a fin de prestar su mayor atención en su verificación, pues de esta suerte evitarán reclamaciones, que siempre marcan el estado de conservación del equipo y, por lo tanto, expresan el celo, competencia y eficacia del personal adscrito a la Central.

La manera de realizar las rutinas se expresa en uno de los métodos de operación de que hacíamos antes referencia.

El jefe del equipo elaborará una asignación de rutinas a cada uno de los mecánicos, a fin de que sean éstas totalmente realizadas, procurando asignarlas de acuerdo con las aptitudes de los mismos, para que desde un principio se obtenga la mayor eficacia. No obstante, a medida que los mecánicos las vayan dominando y el estado del equipo y la marcha del servicio lo permita,

CONSERVACIÓN DE CENTRALES AUTOMÁTICAS

Inspección mecánica y eléctrica de una Central de 6.000 líneas

	Número de circuitos	ENTRETENIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO				AVERÍAS ENCONTRADAS	
		Periodo	Tiempo necesario por máquina	Máquinas probadas por día	Número de horas necesarias	% del tiempo de entretenimiento	Número de horas nocturnas por día
Primeros buscadores.....	840	6 meses.	20 m.	4,67	1,56	20 %	0,31
Ctos. conexión.....	490	»	75 m.	2,72	3,34	20 %	0,66
Registros.....	80	»	40 m.	0,44	0,29	20 %	0,05
Segundos selec. locales.....	122	»	35 m.	0,68	0,39	20 %	0,07
Segundos selec. distantes....	386	»	35 m.	2,13	1,24	20 %	0,25
Segundos selec. especiales....	43	»	35 m.	0,23	0,13	20 %	0,03
Terceros selec. local e intr....	570	»	35 m.	3,16	1,84	20 %	0,37
Selectores finales.....	664	»	35 m.	3,68	2,14	20 %	0,43
Reg. intr. y mesas.....	9	»	40 m.	0,05	0,03	20 %	0,006
Líneas y niv. muertos.....	6	»	20 m.	0,03	0,01	20 %	0,002
TOTAL	3.210	»	»	»	10,97	»	2,178

Fig. 10.

se enseñará a cada mecánico todas las rutinas, especialmente en las Centrales de mediana y poca importancia.

Las pruebas rutinarias diarias son necesarias para localizar rápidamente las averías, inevitables e inherentes a todo mecanismo, y las periódicas, si se verifican con la frecuencia asignada, las averías no tienen repercusión sobre el servicio. No es muy difícil mantener un equipo en condiciones que dé un total de errores de 2 a 3 por 100 en las máquinas; pero es necesario un entretenimiento sistemático de primer orden, si se quiere que la totalidad de errores no exceda del 1 por 100 como máximo. Toda manipulación indebida de un relai, de una máquina o de un hilo puede originar una llamada perdida, falsear un número o detener la selección; por eso no debe olvidarlo el personal encargado de la conversación del

equipo. Los circuitos de rutinas permiten hacer las pruebas en cualquier momento sin temor a perturbar los circuitos ocupados en comunicaciones.

El encargado de cada Central deberá cuidar de que se verifiquen a su debido tiempo todas las rutinas y vigilará su adecuada realización.

Las averías encontradas por medio de las rutinas y las incidencias de las mismas se reportarán por los mecánicos que las realizan y por el encargado de la Central.

Se procurará que los reportes sean los más eficaces y completos, para reducirlos a un minimum, a fin de que no absorban a los mecánicos el tiempo que necesitan para sus propios trabajos.

Estos reportes serán diarios y mensuales, y ambos, a su vez, individuales y generales.

En fin, y para no descender a deta-

CONSERVACIÓN DE CENTRALES AUTOMÁTICAS

Programa de pruebas rutinarias de una Central de 6.000 líneas

CIRCUITO	Número de circuitos	Período	Número de circuitos a probar diariamente	Tiempo necesario para probar un circuito	Horas necesarias por día	AVERÍAS ENCONTRADAS	
						% de circuito hallado con averías	Número de horas necesarias por día
Primeros buscadores.....	840	Diario.	840	8 s.	1,87	2 %	4,20
Ctos. conexión.....	490	»	490	16 s.	2,18	3 %	3,68
Registradores.....	80	»	80	1 m. 20 s.	1,78	8 %	1,50
Segundos selec. locales.....	122	»	122	10 s.	0,33	2 %	0,61
Segundos selec. distantes....	386	»	386	14 s.	1,50	2 %	1,93
Segundos selec. interurb.....	43	»	43	16 s.	0,19	2 %	0,22
Terceros selec. local. intb....	570	»	570	10 s.	1,58	2 %	2,85
Selectores finales.....	664	»	664	15 s.	2,77	3 %	4,98
Reg. intr. y mesas.....	9	»	9	2 m.	0,30	8 %	0,18
Líneas y niv. y muertos.....	6	»	6	2 m.	0,18	2 %	0,03
TOTAL.....	»	»	»	»	12,68	»	20,18

Fig. 11.

lles, los reportes que deben llevarse (y se llevan en las Centrales de Madrid) se hallan dispuestos de tal manera, que en todo momento puede conocerse la marcha general de rutinas realizadas, número de máquinas probadas y el número de cada una de las que falta probar, para que puedan inspeccionarse rápidamente, y en caso de enfermedad de un mecánico, sepa el que le sustituye en qué máquina debe empezar su trabajo.

CÁLCULO DEL TIEMPO Y DEL PERSONAL NECESARIO PARA CONSERVAR UNA CENTRAL DE 6.000 LINEAS

Inspección mecánica y eléctrica.— Para mantener una Central constantemente en las mejores condiciones de

funcionamiento es preciso realizar periódicamente, generalmente cada seis meses, las inspecciones eléctricas y mecánicas de cada órgano pieza por pieza.

El cuadro de la figura 10 resume el programa de trabajo del personal encargado de estas rutinas en una Central de 6.000 líneas.

Las dos primeras columnas expresan la clase y número total de circuitos que integran el equipo. Las cuatro siguientes se refieren al entretenimiento mecánico y eléctrico, y las dos últimas a las averías encontradas durante la inspección.

La inspección del mismo acusa un total de 10,97 horas por día, necesarias para la inspección eléctrica y mecánica, y 2,178 horas para reparar las averías encontradas. Este gráfico resume el trabajo a desarrollar para mantener la Central indefinidamente en perfectas

condiciones de funcionamiento; pero he de observar que en su cálculo he tenido en cuenta el tiempo perdido y mal utilizado, pero no las vacaciones y enfermedades, por ser factores muy variables, y he partido, naturalmente, de la base de un personal experto y competente.

Pruebas rutinarias.—El tiempo necesario para verificar las pruebas rutinarias en una Central de 6.000 líneas se halla calculado en el gráfico de la figura 11, que acusa un total de 12,68 horas diarias para las pruebas y 20,18 horas diarias para reparar las averías encontradas.

Tiempo necesario por día para conservar una Central de 6.000 líneas.—Estos resultados nos permiten determinar

el tiempo diario que exige una Central automática de 6.000 líneas para mantenerla en las mejores condiciones de funcionamiento, y al efecto, el gráfico de la figura 12 lo expresa con toda claridad.

Personal necesario para conservar una Central de 6.000 líneas.—Los cuadros anteriores nos permiten construir el de la figura 13, que expresa claramente el personal de cada categoría necesario para el mantenimiento perfecto de una Central. Una Central equipada para 6.000 líneas exige, pues, un jefe, cuatro mecánicos especialistas, cuatro auxiliares, un encargado para el equipo de fuerza y acumuladores y un mozo de equipo.

Sistema de explotación de nuestra

CONSERVACIÓN DE CENTRALES AUTOMÁTICAS

Tiempo necesario por día para una Central de 6.000 líneas

	Número de horas diarias	0/0
Vigilancia-Jefe de equipo.....	8	9,52
Entretimiento eléctrico y mecánico. (Inspecciones, reparaciones, regulación).....	10,97	13,05
Averías de circuitos.....	2,17	2,58
Pruebas rutinarias.....	12,68	15,12
Averías halladas en pruebas rutinarias.....	20,18	24,03
Limpieza del equipo.....	8	9,52
Observación de falsas llamadas, llamadas maliciosas y averías de línea....	14	16,66
Estación de energía.....	8	9,52
TOTAL.....	84,00	100,00

Fig. 12.

CONSERVACIÓN DE CENTRALES AUTOMÁTICAS

Personal necesario para una Central de 6.000 líneas

Número de horas necesarias	PERSONAL NECESARIO = 11				
	Jefe de Equipo	Mecánicos	Auxiliares	Estación energética	Mozos de equipo
84	1	4	4	1	1

Fig. 13.

Compañía.—Del examen de los principios anteriores y del conocimiento que todos tenemos de los sistemas seguidos por nuestra Compañía, salta a la vista que ha tenido el acierto de escoger el sistema de construcción de redes que impone una más económica conservación, y esto supone, como ya hemos dicho, una mejor calidad de servicio; y un equipo automático que, además de aprovechar las llamadas perdidas en otros sistemas, ofrece sobre éstos las ventajas inmensas de poseer un dispositivo de pruebas sistemáticas o rutinarias que delata los puntos débiles y averías para que puedan arreglarse antes de que repercutan en el servicio.

De esta suerte ha conseguido, con un gasto mínimo de conservación, obtener un servicio óptimo, hermanando así los

intereses de los accionistas con los del público.

Y voy a terminar. Al empezar esta conferencia me situé sobre railes de los cuales me propuse no salir. Hallé por el camino temas muy hermosos que desarrollar, a modo de paisajes, que me incitaban a estacionar, y en cualquiera de ellos habría recreado mucho más mi espíritu.

Pero la ruta se me había señalado; la distancia a recorrer era muy larga, y no podía abandonar la velocidad para salvar la distancia en tan corto tiempo.

Si acerté a daros en ideas generales una visión de conjunto del complicado problema cuyo desarrollo se me impuso, me daré por extraordinariamente complacido.