

Tendencias en materia de conmutación telefónica (1)

I. Un experto norteamericano, muy reputado en materia de telecomunicaciones, comentando una obra aparecida recientemente sobre la telefonía automática, decía, hablando de esta técnica, que ella cesaba hoy día de ser un arte para convertirse en una ciencia.

Muchos de ustedes pensarán que es muy difícil delimitar las fronteras del arte y de la ciencia; y si la opinión de este experto parece, a algunos, un poco rigurosa, yo creo sin embargo que ella refleja bien la situación presente: la conmutación telefónica se encuentra hoy día en un recodo.

La conmutación telefónica es la técnica que consiste en poder poner en contacto dos abonados telefónicos de cualquier parte del mundo. Hace cincuenta años, se hubiera dicho "de la ciudad". Hoy día en las estadísticas que publica anualmente, el "Bell System" indica que los 54 millones de abonados de los dos grandes estados de la América del Norte pueden conversar con el 96% de los 90 millones de abonados dispersados sobre el planeta.

Se debe decir sin embargo que la conversación telefónica entre un granjero neozelandés y un criador del Kentucky resulta aún hoy día una proeza bastante deportiva. Pero es necesario sobre todo decir que este carácter de precariedad que aún se reconoce en las comunicaciones intercontinentales habrá desaparecido dentro de algunos años.

Las decenas de circuitos radiotelefónicos que atraviesan el Atlántico verán agregárseles algunos centenares, o algunos millares, de circuitos submarinos, y no se conocerá más ni la espera, ni la mala audición, ni las suspensiones del servicio que son los gajes de las transmisiones radiotelefónicas a gran distancia. Y es del todo razonable pensar que vosotros podréis, un día que no está muy lejano, alcanzar con vuestro disco de llamada un abonado telefónico de Londres o de Nueva York, tan fácilmente como un abonado de vuestra ciudad.

¿Podrán los medios técnicos de que disponemos hoy día adaptarse cómoda y convenientemente a esta extraordinaria extrapolación, que no es en el fondo

(1) Conferencia dictada por el Sr. Gohorel en el Instituto de Ingenieros, el 25 de octubre de 1955.

El Ing. M. Fernand Gohorel es Presidente y Director Gerente de la Compagnie Général de Constructions Téléphoniques, empresa filial perteneciente a la International Standard Electric. Nació en Rouen, Francia, el 18 de agosto de 1897. Hizo sus estudios en la Escuela de Artes y Oficios de Lille y obtuvo su título de Ingeniero en la Universidad de París.

Ha pertenecido a la International Telephone and Telegraph Corporation desde 1924. Es Caballero de la Legión de Honor y Presidente del Sindicato de Industrias Telefónicas y Telegráficas de París.

más que una manifestación de esa contracción aparente de la tierra sobre la cual hablan los geógrafos modernos?

Esta pregunta no ha quedado sin respuesta, y es de esta respuesta sobre la cual yo quisiera hablarles. Las tendencias se manifiestan, las soluciones se diseñan, algunas de avanzada, otras menos audaces, pero que se mantendrán todavía un buen número de años, las más seguras.

II. Las necesidades de extensión del teléfono en las grandes ciudades modernas y sus suburbios, la seguridad y el bajo precio que traen a las conexiones a grandes distancias los progresos notables de la técnica de las transmisiones telefónicas, han convertido en mayores un cierto número de problemas que hasta hoy no habían justificado una marcada atención.

Tres clases de problemas se han vuelto particularmente importantes:

1. La calidad y la seguridad de las conversaciones:

Todo lo que por su naturaleza pueda causar ruido en las conversaciones de larga distancia, en las cuales la audición sólo resulta posible por numerosos amplificadores, debe ser evitado; y los contactos eléctricos son muy a menudo una seria causa de ruidos. Toda falla de funcionamiento, cuyas probabilidades de aparición son tanto mayores al aumentar el largo de las comunicaciones y el número de centrales que ellas atraviesan, debe ser evitada por una mejor concepción unida a una mayor estabilidad de los aparatos y disposiciones utilizadas, eso tanto como sea posible sin aumentar los gastos de mantenimiento.

2. El rendimiento de los circuitos telefónicos:

Cuanto más largos son los circuitos, más caros son y tanto más completa debe ser su utilización; lo cual supone: la reducción de los tiempos muertos, la posibilidad de agrupar, dividir y repartir esos circuitos, de modificar su curso fácilmente y con flexibilidad.

3. La transformación y la automatización de los medios para contabilizar las comunicaciones:

Los dos primeros de estos problemas encuentran su solución en dispositivos mecánicos tan simples como es posible, y aún mismo no mecánicos del todo, en el empleo de contactos eléctricos tan perfectos como sea posible, en una gran rapidez de funcionamiento, en grandes capacidades de selección, y por último, en medios de control de las fases de la comunicación tan completos como sea factible.

Del lado de los sistemas mecánicos mejor establecidos, y para tender a esas soluciones, se ve el clásico sistema paso-a-paso evolucionar hacia la utilización de selectores mecánicos con motores muy bien realizados y provistos de contactos no deslizantes; también se ve el sistema "Rotary", que posee buenos selectores mecánicos, buscar un suplente de flexibilidad y de seguridad en medios de control parcialmente electrónicos.

Del otro lado de este horizonte técnico, están estudiándose sistemas enteramente electrónicos; los desarrollos que ellos exigen, la industrialización de los medios de producción que necesitan, representan todavía años de esfuerzos antes de que puedan entrar en el dominio práctico.

Entre ambos, hay los sistemas que utilizan selectores muy simples mecánicamente, asociados con medios de control electromagnéticos o parcialmente electrónicos, conocidos bajo el nombre general de sistemas "cross-bar", los que pueden

hoy día ser considerados como aproximándose muy cerca de las necesidades actuales y a las del mañana.

III. La idea guía considerada generalmente hoy día como la que debe ser seguida, es la de la búsqueda de una inmovilidad llevada tan a fondo como sea posible. Ahora bien, con excepción de los sistemas enteramente electrónicos que están absolutamente desprovistos de todo movimiento (salvo en la escala atómica), son los sistemas "cross-bar" los que son más estáticos.

Es que en efecto, el estatismo de los aparatos es un precioso auxiliar para responder a los problemas que hemos expuesto poco antes. Ya sea que se trate de rapidez, de facilidad de conservación, de calidad de los contactos, de grandes campos de selección, el estatismo trae siempre soluciones ventajosas.

En lo que se refiere a la rapidez, es evidente que el estatismo es una ventaja. En los sistemas mecánicos, el desplazamiento de un rozador sobre numerosos contactos para obtener la selección de una línea es necesariamente lento comparado con la acción de contactos siempre preparados y cuyo cierre sólo exigirá algunos milésimos de segundo, como es el caso en los sistemas "cross-bar".

Visto bajo el ángulo de la facilidad y del precio de la conservación, el estatismo aparece todavía más ventajoso. Si se piensa que en una central telefónica para 10.000 abonados, se cuentan 6.000 selectores, 60.000 relays, millones de contactos y de soldaduras, se imagina fácilmente cómo la permanencia de los elementos que la componen tendrá una influencia directa sobre la tasa posible de fallas. En todo sistema de telefonía que elimine la mecánica y las piezas en movimiento, se gasta evidentemente menos que aquél que hace uso de éstas.

La cuestión de los contactos merece un examen particular. Poner en conexión dos abonados es, en efecto, establecer numerosos contactos eléctricos entre las diversas partes que constituirán la unión entre esos abonados.

Un contacto eléctrico clásico está constituido por la aproximación de dos piezas conductoras, y es un elemento que presenta idealmente dos estados distintos y definidos: uno de resistencia eléctrica nula (contacto cerrado), otro de resistencia eléctrica infinita (contacto abierto). Desgraciadamente, esta perfección no se encuentra en la naturaleza, una resistencia no es jamás ni nula ni infinita, y todo lo que se puede esperar es de aproximarse todo lo posible.

Las consecuencias de esta imperfección son las siguientes en una comunicación telefónica: un contacto, cuya resistencia eléctrica no sea muy pequeña cuando está cerrado, producirá un debilitamiento y, lo que es más grave, la variación de la resistencia, debida a las vibraciones mecánicas a la que está sometida, provocará una deterioración de la calidad de la conversación, que puede volverse molesta. Si un contacto no tiene una resistencia muy elevada cuando está abierto, se producirán verdaderas fugas entre las comunicaciones vecinas, y allí también, se manifestarán inconvenientes.

Los únicos metales que pueden satisfacer estas condiciones (hablaré más adelante de este importante asunto en el caso de los sistemas electrónicos) son los metales nobles (oro, platino, paladio). Desgraciadamente, estos metales son demasiado blandos para resistir el desgaste por frotamiento, y no pueden válidamente ser utilizados a menos que los contactos que ellos constituyen se cierren por presión. En esto reside una grave desventaja para los sistemas mecánicos en general, donde las escobillas o rozadores frotan sobre los contactos y que exigen el em-

pleo de metales duros, por lo tanto malos del punto de vista del contacto eléctrico. Debo señalar sin embargo la interesante realización del selector a motor "Siemens and Halske", en el cual, al precio de una complicación mecánica suplementaria, los rozadores giran pero sin frotar, y hacen contacto por presión al detenerse, lo cual permite el empleo de metales nobles.

Cuando el movimiento queda reducido a una simple aproximación de dos piezas siempre en presencia, es posible el empleo de metales nobles, y es por eso que los sistemas "cross-bar" al utilizar este principio proveen comunicaciones de una calidad excepcional.

Sin abordar el aspecto técnico de la cuestión, se concibe que la mejor utilización de los circuitos telefónicos se consigue cuando se tiene el control del mayor número posible de éstos, es decir, cuando puede realizarse la selección de un circuito dentro de muy grandes campos de selección. En particular, cuando se examinan los circuitos telefónicos que unen las centrales de una gran ciudad o de un país entero, se tiene la impresión de ver una red de mallas que permiten unir dos puntos determinados por diversos caminos, unos más directos que otros, exactamente como una red caminera que ofrece diversos itinerarios para ir de un punto a otro. Así como en este último caso y según los momentos, tal vía estará ocupada mientras que tal otra lo estará mucho menos y permitirá el pasaje de comunicaciones que la primera rechazará. Todo sistema de conmutación telefónica en el que se hace posible reencaminar una comunicación por una vía menos cargada, aumenta de un modo considerable el rendimiento de los circuitos de unión cuya utilización plena se vuelve fácil sin inconvenientes para los usuarios. Una gran extensión de los campos de selección, unida a la rapidez y al desarrollo de los medios de control del tráfico permiten resolver este problema de mucha importancia.

Ahora bien, un selector mecánico no puede tener dimensiones considerables; la inercia de las piezas en movimiento, la prolongación del tiempo requerido por la selección, serían un obstáculo para su funcionamiento correcto. La capacidad de selección de un selector mecánico se encuentra así limitada a valores relativamente débiles. El empleo de "registradores", aparatos inteligentes destinados a recibir la voluntad del abonado que llama y a adoptar las decisiones necesarias, proporciona una gran mejora de los medios de control, pero que no es suficiente.

Por el contrario, los sistemas estáticos o casi-estáticos pueden tener sin inconvenientes dimensionales campos de selección tan extensos como se quiera, y esto tanto mejor porque su rapidez permite el uso de artificios de agrupamiento que dan ese resultado por la acción simultánea y conjugada de varias selecciones.

IV. La utilización práctica, como ya os lo dije, de los sistemas de conmutación electrónica no puede ser considerada antes de mucho tiempo. Con todo, los ensayos serán realizados de aquí a algunos años y yo quisiera darles algunas indicaciones sobre las vías que se están siguiendo actualmente, aunque ninguna técnica particular pueda prevalecerse de estar asentada sobre la experiencia.

Como ya lo he indicado, la conmutación telefónica es ante todo una cuestión de contactos y uno de los problemas fundamentales de la conmutación electrónica es la búsqueda de elementos capaces de tomar dos estados, y dos solamente, perfectamente definidos; una resistencia muy baja y una resistencia muy grande.

Por el momento, los elementos conocidos más apropiados son, por una parte, los semiconductores y, por otra parte, las válvulas de gas.

Desde hace algunos años se han hecho descubrimientos notables en el dominio de los semiconductores. La elaboración de nuevas sustancias semiconductoras ha sido puesta a punto y la aparición de los transistores ha proporcionado nuevos medios en el campo de la utilización de corrientes muy débiles al precio de un consumo de energía insignificante; campo reservado hasta ahora a las válvulas al vacío pero cuyo rendimiento energético es demasiado bajo y el tiempo de vida demasiado corto, para las aplicaciones que nos interesan. Se sabe que en un diodo constituido por un cristal semiconductor, según la diferencia de potencial y el sentido de ésta, la corriente pasará o no pasará. Se dispone así de un verdadero contacto a través del cual es posible hacer pasar o detener una corriente telefónica según la tensión aplicada entre sus dos electrodos. El problema reside en la relación entre la resistencia a circuito cerrado y la de circuito abierto, debiendo sea aquélla tan pequeña como sea posible; los semiconductores de que se dispone hoy día son apenas suficientes bajo este punto de vista, aunque la aparición de algunos tipos de diodos al silicio sea un progreso considerable.

Las válvulas a gas son más satisfactorias a este respecto, su resistencia en circuito abierto es prácticamente infinita. Se sabe que si dos electrodos están colocados en un recinto libre de aire y llenado con un gas a baja presión, tal como neón o hidrógeno, y se los somete a una diferencia de potencial suficiente se produce una descarga y los iones liberados crean una corriente eléctrica continua que puede servir de vehículo a una corriente telefónica, mientras que se mantenga una cierta diferencia de potencial. Una válvula a gas de este tipo equivale a un contacto cuya acción es controlada por la presencia o la ausencia de una cierta diferencia de potencial.

En este caso el inconveniente reside, por una parte, en que la resistencia a circuito cerrado, lejos de ser nula, causa una notable atenuación, y por otra parte, en la agitación de los iones debida a la descarga y que produce ruido superpuesto en la conversación. Además como las válvulas a gas no conservan indefinidamente sus características, puede preverse que será necesario reemplazarlas al término de un número de años muy inferior al que representa la vida de las centrales actuales.

Sin embargo, recientemente, los ingenieros de los "Bell Laboratories" han logrado construir válvulas en las cuales las condiciones precisas de utilización y la forma de los electrodos han permitido evitar el ruido de la descarga y han suprimido la atenuación aprovechando una pequeña ganancia.

Al lado de estos "elementos de conexión" adecuados para unir entre sí dos líneas telefónicas, se necesitan otros "elementos de control" que bajo la indicación del número llamado, por ejemplo, someterán tal o cual de esos elementos de conexión al potencial susceptible de cambiarlos de estado.

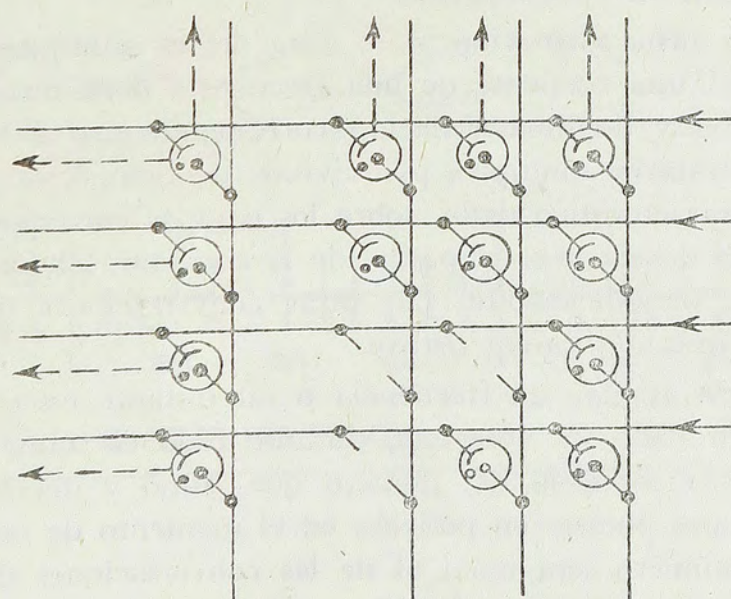
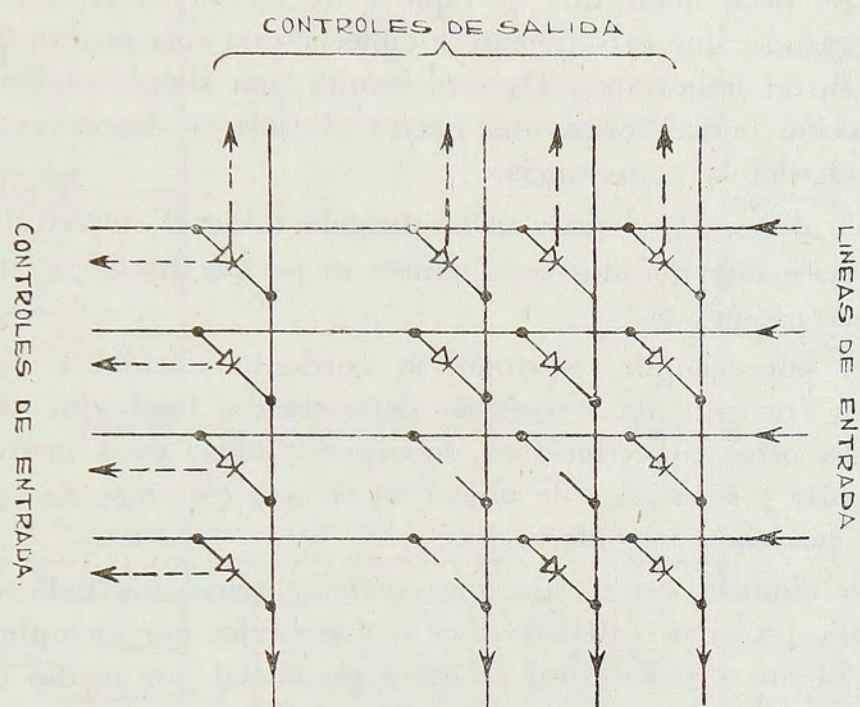
Los elementos de control utilizan también órganos que pueden tomar dos estados definidos (biestables, como se les llama), pero la definición de estos dos estados no necesita ser tan rigurosa como la de los elementos de conexión, y la elección de los órganos adecuados es mucho más amplia. Se utilizan particularmente válvulas al vacío, transistores y elementos magnéticos con un ciclo de histeresis muy grande (ferrites). También se considera el empleo de sustancias lla-

madras ferro-eléctricas, como el titanato de bario, que presenta lo que podría llamarse un gran ciclo de histeresis electrostática, y el uso de tubos de rayos catódicos dirigidos sobre una pantalla dividida y que cumplen la función de un verdadero selector.

Dos tendencias se han manifestado para la realización de conmutadores electrónicos:

FIG. 1.

SELECCION POR GRILLAS DE SEMI CONDUCTORES.



La primera de estas tendencias está dirigida hacia la substitución por elementos electrónicos de los elementos electromagnéticos en los sistemas existentes y muy particularmente en el sistema "cross-bar". Como en los sistemas "cross-bar", se utilizan verdaderas grillas de conmutación cuyos nudos están constituidos por "elementos de conexión" (semiconductores o válvulas a gas) comandados por esos "elementos de control" (diodos, válvulas al vacío, núcleos magnéticos, etc.) antes mencionados. Se debe notar que la rapidez de establecimiento de una comunicación es tan grande, que es suficiente establecer una sola comunicación a la vez, aun en una central importante. De esto resulta una simplificación de las operaciones de selección que autoriza una mayor eficacia de los órganos de conexión y tiende a reducirles la importancia.

La segunda de esas tendencias se ha dirigido hacia el empleo de transmisiones multiplex. Se sabe que por dos conductores es posible hacer pasar varias comunicaciones simultáneamente.

Se puede, por ejemplo, modular la corriente telefónica de una conversación por una corriente de frecuencia determinada, hacer lo mismo con otras frecuencias para otras conversaciones, superponer todas estas modulaciones sobre un mismo circuito y separarlas de nuevo en el otro extremo. Es la comunicación multiplex por corrientes portadoras.

Se pueden también extraer de una corriente telefónica indicaciones a intervalos regulares y próximos (10.000 veces por segundo, por ejemplo), transportarlas sobre un circuito y reconstituir la corriente inicial por medio de esta especie de línea punteada que es así transmitida. Extrayendo a intervalos sobre diferentes comunicaciones, esas mismas indicaciones, se puede aun mezclarlas sobre un mismo circuito y volverlas a encontrar a la llegada en los instantes característicos de cada comunicación. Esta es la conexión multiplex por división de tiempo.

Teniendo en cuenta que en un grupo de abonados, sólo una parte de éstos se encuentran simultáneamente en conversación (un promedio general de 10%), será suficiente disponer de una conexión multiplex que tenga un número de canales igual al de las comunicaciones telefónicas simultáneas que pueden contarse y asignar un canal a cada una de estas comunicaciones, es decir a los dos abonados que se ponen en comunicación.

Para realizar dicha asignación, si se trata de un multiplex de corrientes portadoras, se dirigirá una corriente de una frecuencia determinada, sobre los equipos de modulación y de desmodulación correspondientes a los dos abonados a conectarse. Si se trata de multiplex por división de tiempo, se dirigirá una impulsión de instante característico dado, sobre los equipos correspondientes a esos dos abonados a fin de desbloquear el pasaje de la corriente telefónica en ese instante solamente, y eso, periódicamente. Las otras conversaciones utilizarán otras frecuencias u otros instantes característicos.

Con objeto de asignar tal frecuencia o tal instante característico a una comunicación determinada, es necesario, durante todo el transcurso de la conversación, conservar la memoria del número que llamó y del número llamado en los órganos auxiliares puestos en posición en el momento de establecerse la comunicación y cuyo número será igual al de las conversaciones simultáneas posibles. Así si los sistemas de la primera familia conducen a un número de contactos de

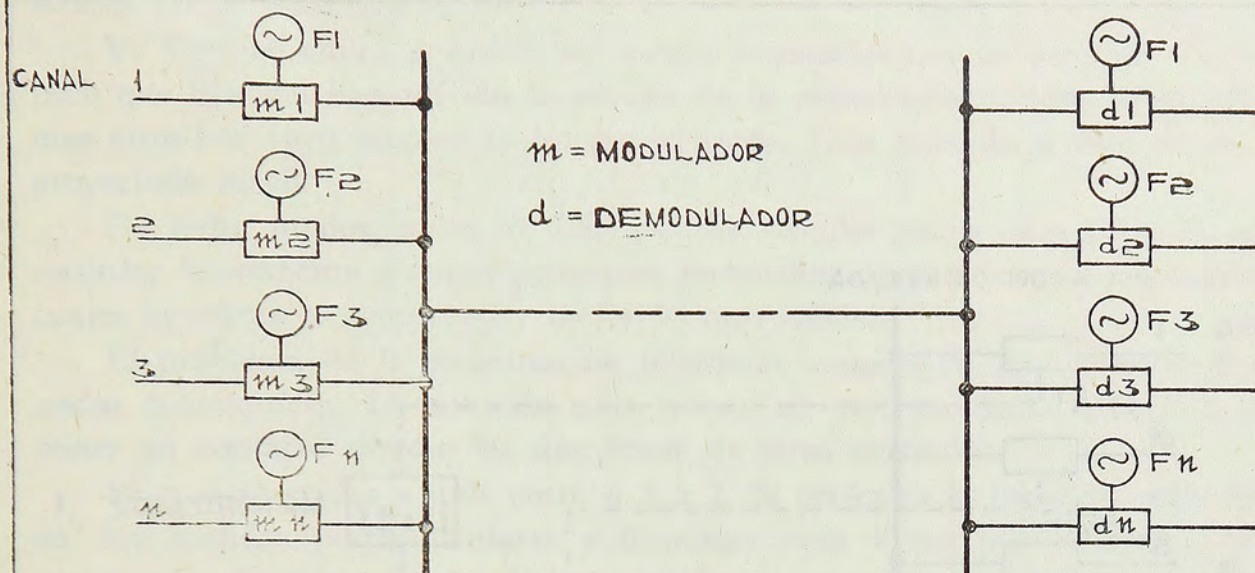


FIG. 2. SISTEMA DE FRECUENCIA MULTIPLE.

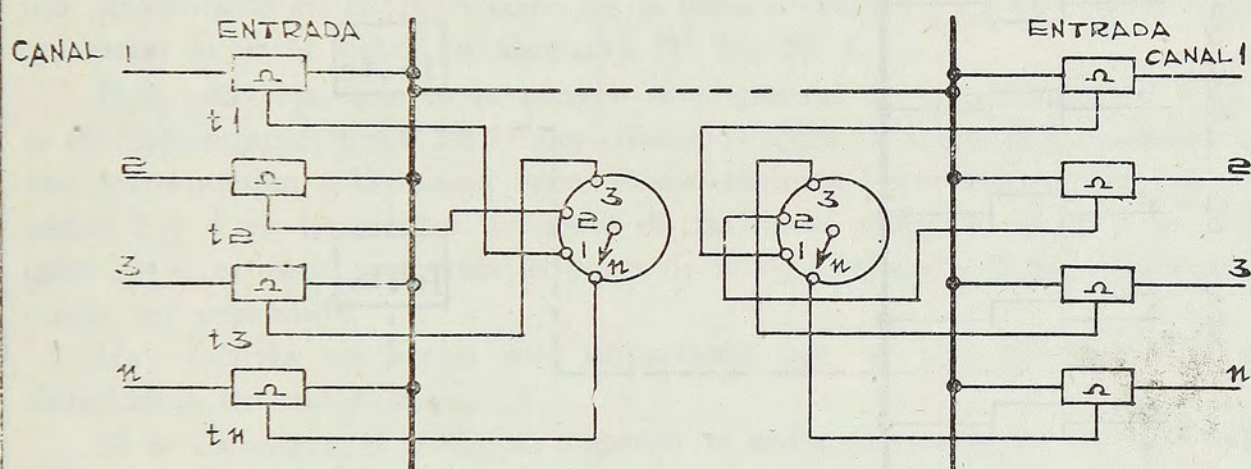
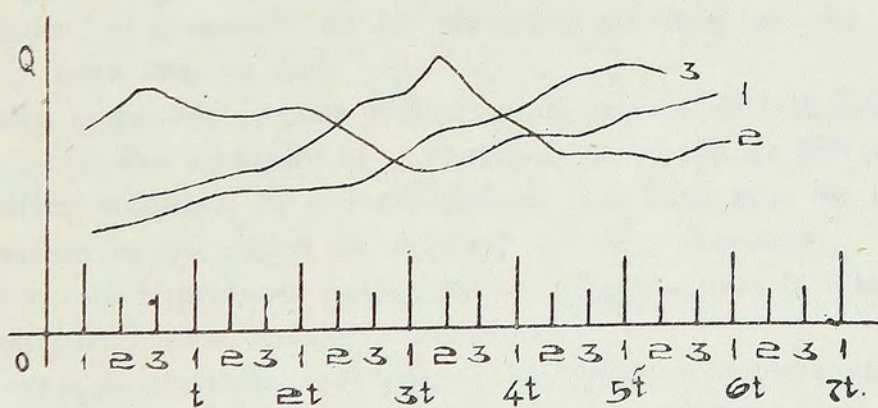


FIG. 3. SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO.



LA DIVISION MULTIPLEX.

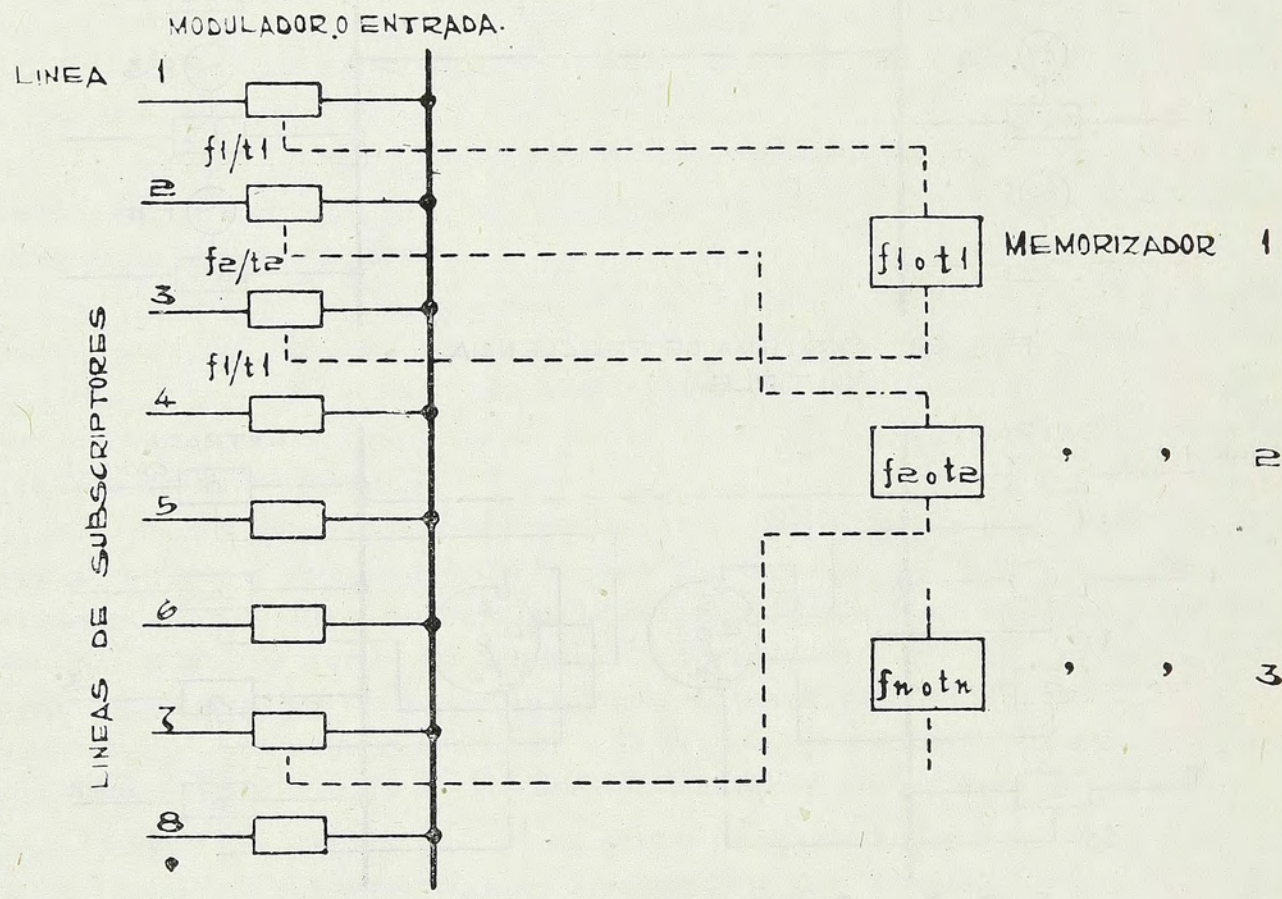


FIG. 4 PRINCIPIO DE LA CONMUTACION POR DIVISION DE TIEMPO

conexión netamente más elevado que los de la segunda, en cambio, esta última exige medios de control más importantes, y sería muy difícil decir hoy día cuál será la mejor solución.

V. Volveré ahora a soluciones menos avanzadas que la solución electrónica, pero que hoy día han sufrido la prueba de la experiencia, quiero hablar de sistemas cross-bar cuyo empleo se ha generalizado. Una película a base de esto será proyectada luego.

De todos modos, antes de dar algunos detalles sobre estos sistemas quisiera recordar brevemente algunos principios esenciales de la telefonía automática, los cuales ayudarán a comprender mejor lo que seguirá.

El problema de la conmutación telefónica consiste en interconectar dos abonados cualesquiera. La solución más simple de este problema es evidentemente poner en contacto directo las dos líneas de estos abonados.

Sean n abonados a unir entre sí 2 a 2. Si prolongo la línea de cada abonado en dos sentidos perpendiculares y dispongo estas líneas paralelamente, obtengo una especie de reja, y será suficiente establecer un contacto en un punto de cruce determinado para obtener la conexión entre dos abonados cualesquiera. Por ejemplo: el contacto en la intersección de la línea vertical 4 y de la línea horizontal 2 producirá la unión entre los abonados N° 2 y N° 4.

Pero esta reja, que es la imagen muy general de la conmutación telefónica, es sobreabundante; todos los cruces colocados sobre la diagonal son inútiles puesto que corresponden a la misma línea. Puedo también hacer la conexión de los abonados 2 y 4 en los puntos de cruce de las líneas verticales N° 2 y las horizontales N° 4, es decir, que toda la parte de la reja colocada debajo de la diagonal puede ser suprimida.

Hay todavía un hecho más importante que ese que conduce a la sobreabundancia de esta reja.

Si se considera el triángulo superior se constata que se puede unir simultáneamente 2 a 2 todas las líneas, es decir que todas las líneas pueden estar en comunicación a la vez. Ahora bien, esto no se produce nunca porque los abonados no hacen un uso permanente de su teléfono; por otra parte si lo quisieran no lo conseguirían, pues el riesgo de encontrar al otro ocupado sería muy grande. En la práctica, el promedio de los abonados no hace más de 1 a 2 comunicaciones en la hora más cargada.

También es posible reducir el número de puntos de conexión de una manera muy importante. Por ejemplo: si se considera un grupo de 100 abonados que tengan un tráfico mediano, la probabilidad de que haya más de 15 a 16 abonados en conversación es del orden de $1/100$ ó $1/1.000$ solamente.

Es sobre este importante hecho que está basada toda la telefonía automática.

La reja que hemos visto se transforma.

Sean estos n abonados; prolongaré sus líneas solamente en el sentido horizontal, y utilizaré un cierto número de líneas auxiliares (por ejemplo 10 para 100 abonados) para asegurar las comunicaciones de estos abonados, las que prolongaré verticalmente. Cada uno de los abonados 1 a n puede ser unido a cualquiera de las líneas 1 a p , en el punto de cruce de las 2 líneas correspondientes.

Una reja como ésta representa un campo de selección cuyas dimensiones son su altura y su ancho. Puede ser utilizada sea en un sentido o en el otro, sea aún

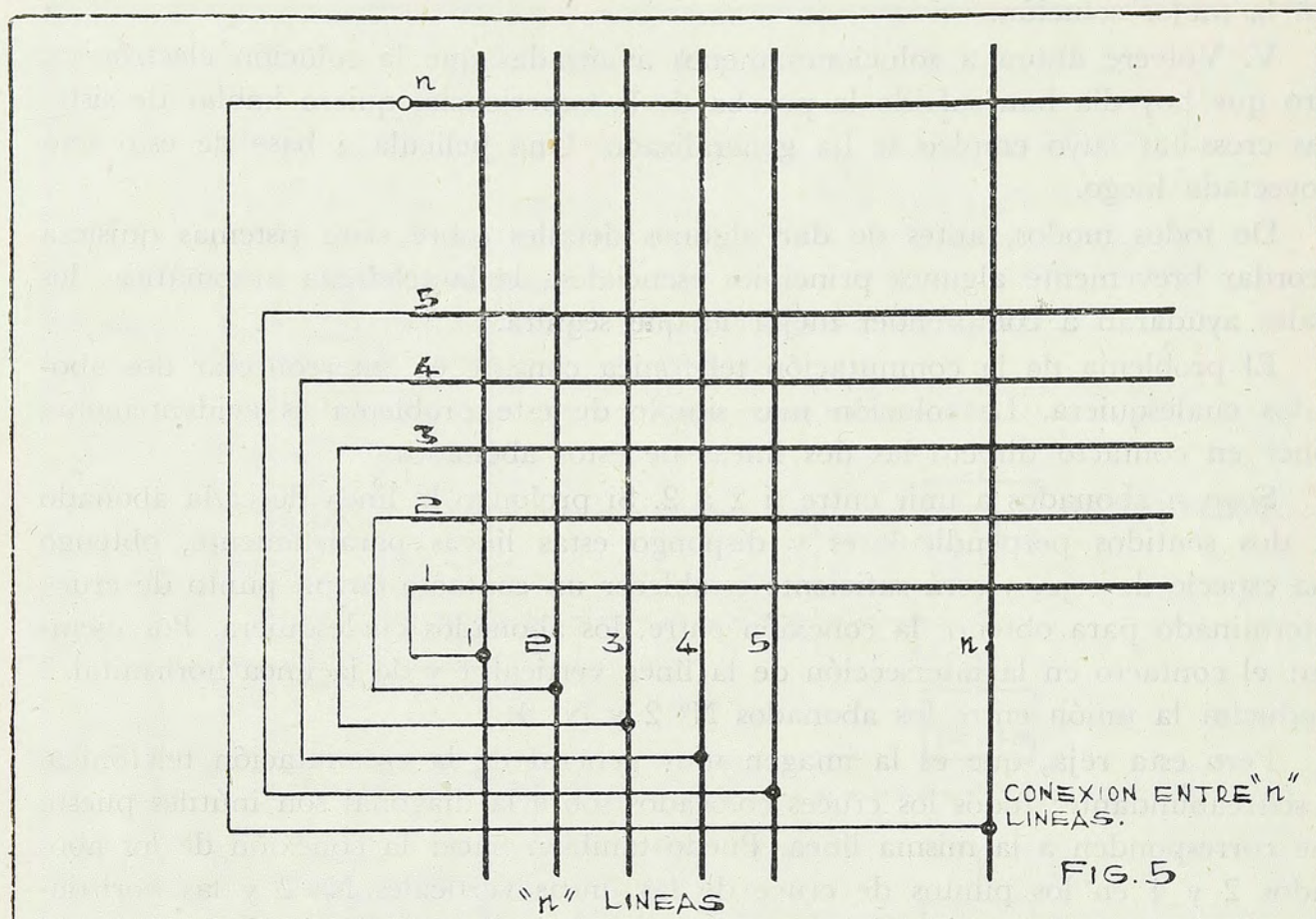


FIG. 5

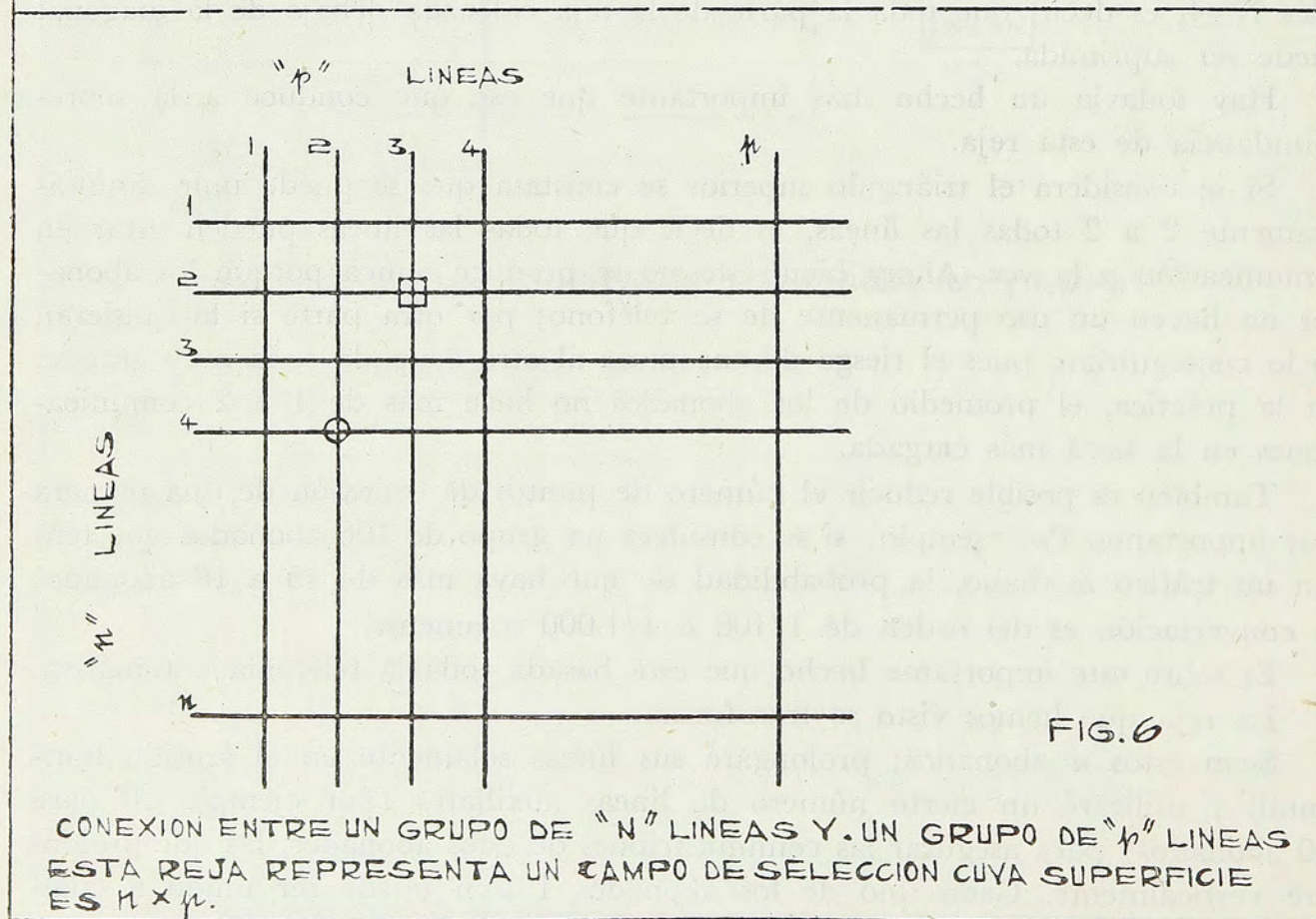


FIG. 6

CONEXION ENTRE UN GRUPO DE "n" LINEAS Y UN GRUPO DE "p" LINEAS
ESTA REJA REPRESENTA UN CAMPO DE SELECCION CUYA SUPERFICIE
ES $n \times p$.

mismo en los dos sentidos; por ejemplo, para las comunicaciones de un abonado 1 a n hacia las líneas 1 a p, o inversamente de una línea 1 a p hacia un abonado 1 a n, o en los dos sentidos para dos comunicaciones diferentes. Cuando p es menor que n, se dice que hay concentración del tráfico cuando las comunicaciones van de las hileras horizontales hacia las hileras verticales, y expansión del tráfico en el sentido inverso. Si p fuera aproximadamente igual a n, no habría ni concentración, ni expansión, sino repartición.

Esta reja, sin embargo, no es suficiente para unir 2 abonados entre sí, es necesario una segunda cuyas barras verticales y horizontales estarán unidas respectivamente a las barras verticales y horizontales de la primera. Así, por ejemplo, un abonado N° 2 que llama podrá ser conectado al abonado llamado N° n por las barras verticales 2, mientras que el abonado N° 1 será conectado al abonado N° 3 por las barras verticales p. Cada comunicación exigirá por lo tanto dos contactos, pero el número total de puntos de cruce será considerablemente reducido (por ejemplo: en el caso de la Fig. 1 y para 100 abonados: $100 \times 100 \times \frac{1}{2} = 5.000$, y en el caso de la Fig. 3 para n-100 y p-10 : $100 \times 10 \times 2 = 2.000$).

Se puede ir aún más lejos, y no conectar todos los abonados sobre una misma reja, sino repartir los abonados entre varias rejillas o introducir entre las dos rejillas a esa figura una o varias rejillas más en cascada.

Por ejemplo, se introduce una reja intermediaria, que recolecta las líneas 1 a p de las rejillas superiores sobre las barras horizontales y las de las rejillas inferiores sobre las barras verticales.

Una comunicación entre un abonado N° 2 y un abonado N° 2n se establecerá a través de las líneas auxiliares 1 y p'; y entre un abonado N° n1 y un abonado N° n a través de las líneas p' y 2.

Se observa cuanto mayor es el número de las etapas de la selección, más disminuye la superficie de los campos de selección y el número de los puntos de cruce. Hay que encontrar un sabio equilibrio entre el número de etapas de selección y la extensión de los campos de selección, teniendo en cuenta el precio relativo de los selectores y de los puntos de cruce, es decir, la naturaleza de los aparatos empleados en cada sistema de telefonía automática.

Lo más simple consiste en tomar como modelo una selección decimal, por ejemplo, formando grupos de 100 abonados, y previendo etapas intermediarias de 10 veces 100 abonados, 10 veces 1.000 abonados, etc. Esta es la idea fundamental del sistema Strowger, el primogénito de los sistemas de telefonía automática, y de sus derivados, que se denominan generalmente paso-a-paso, los cuales son hoy los más difundidos en el mundo.

Cuando se requieren utilizar contactos de alta calidad, punto esencial de una técnica mejorada, es necesario, como lo hemos dicho, emplear metales nobles cuyo precio es elevado, por lo tanto se tendrá que llegar en general, a la reducción del número de los contactos por el empleo de campos de selección más pequeños, sobre todo si se puede al mismo tiempo utilizar selectores de concepción simple y de precio relativamente bajo. Este es el caso de los sistemas "cross-bar" sobre los cuales vamos a hablar ahora.

VI. Ante todo, desearía atraer vuestra atención sobre el hecho de que la palabra "cross-bar", que expresa una idea precisa, se relaciona con la utilización

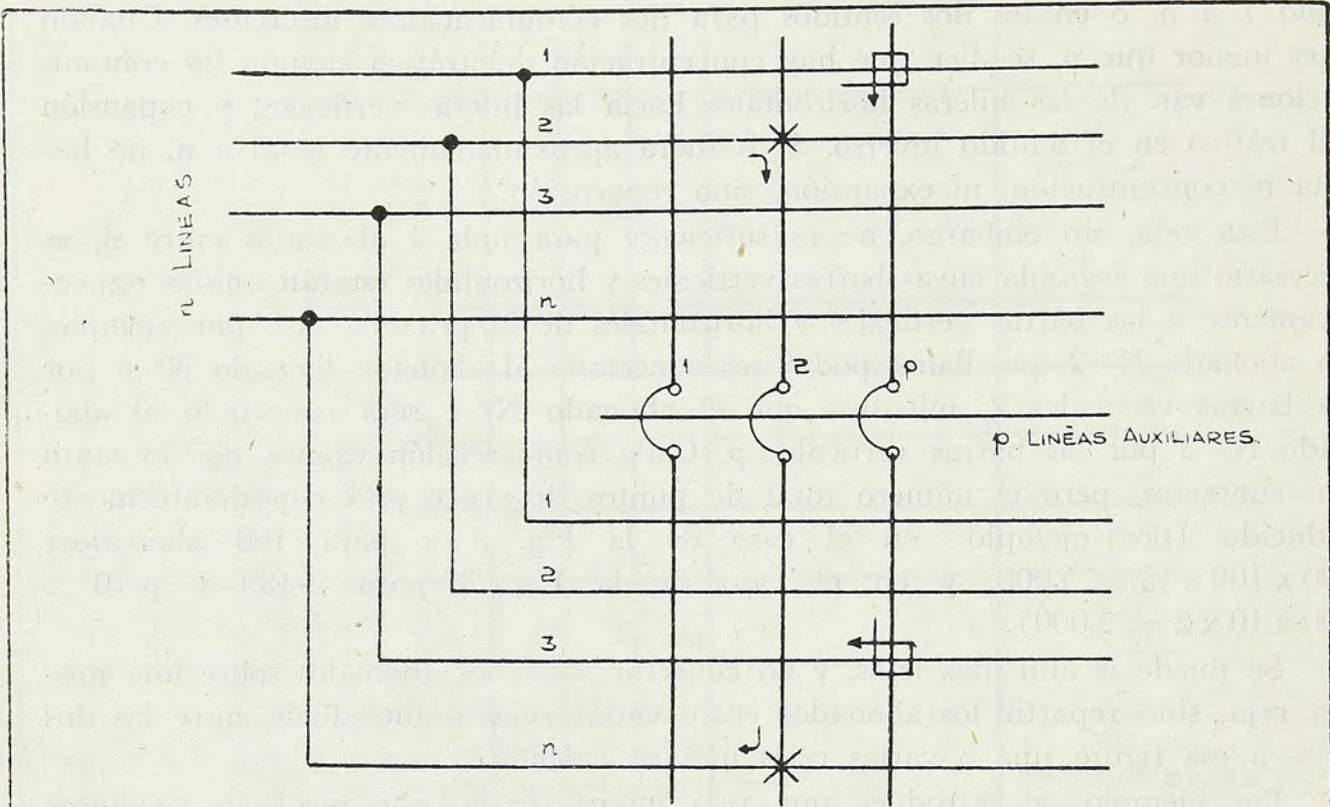
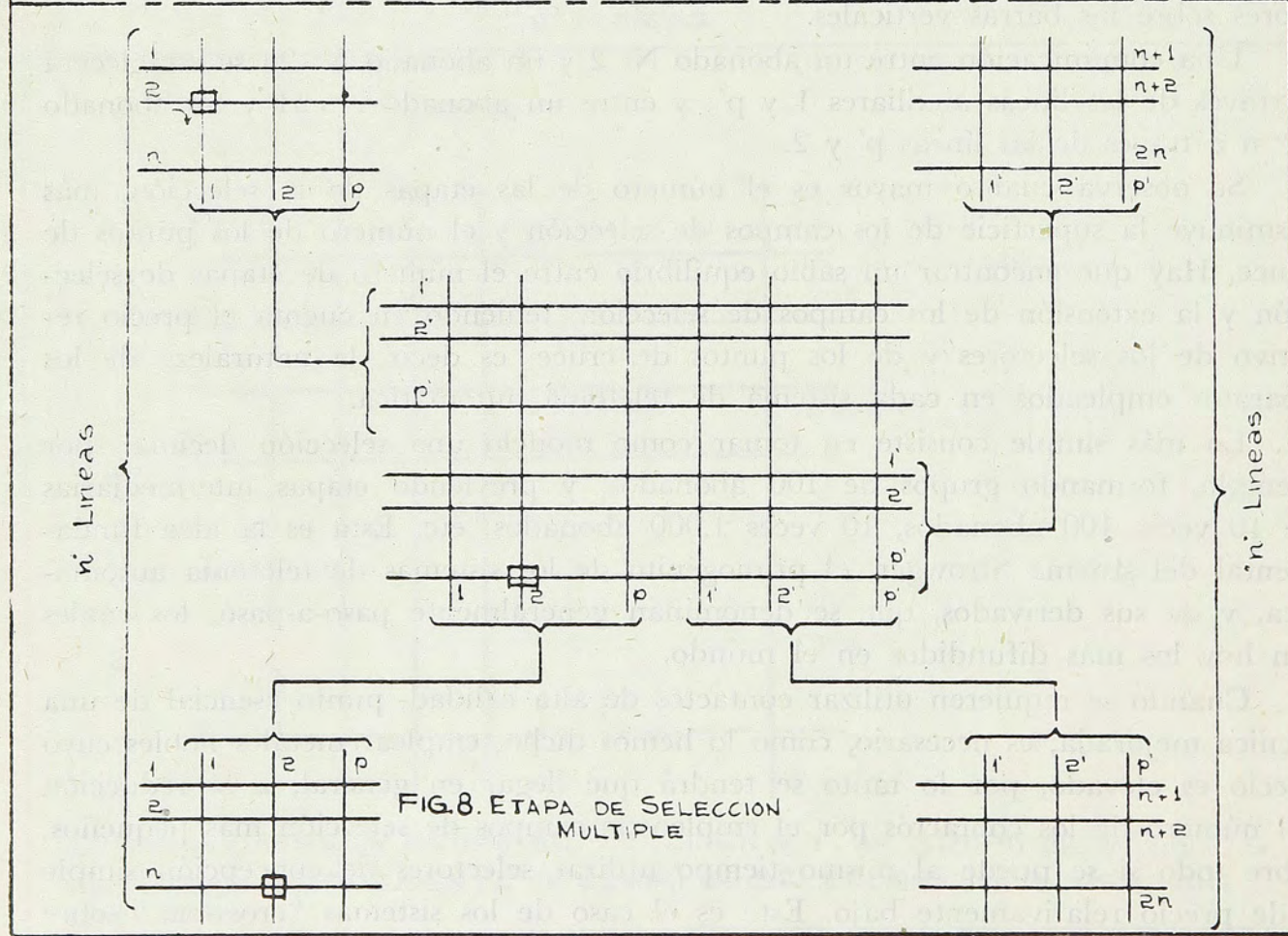


FIG.7. CONEXION ENTRE "n" LINEAS A TRAVES DE "p" LINEAS



para la selección de barras cruzadas, que no hay que confundir con las rejillas de que os he hablado antes. Estas se relacionan con la disposición teórica, y no necesariamente material, de las líneas a objeto de su selección. Ciertos sistemas "cross-bar" no disponen las líneas, como lo veremos, en una forma cruzada.

El selector "cross-bar", diseñado para operar sus contactos por presión, es ante todo un relay electromagnético, que contiene un gran número de pilas de contactos cuyo cierre es efectuado por el movimiento de la armadura. Sin embargo, en este caso particular, la acción de la armadura sobre los contactos es impedida

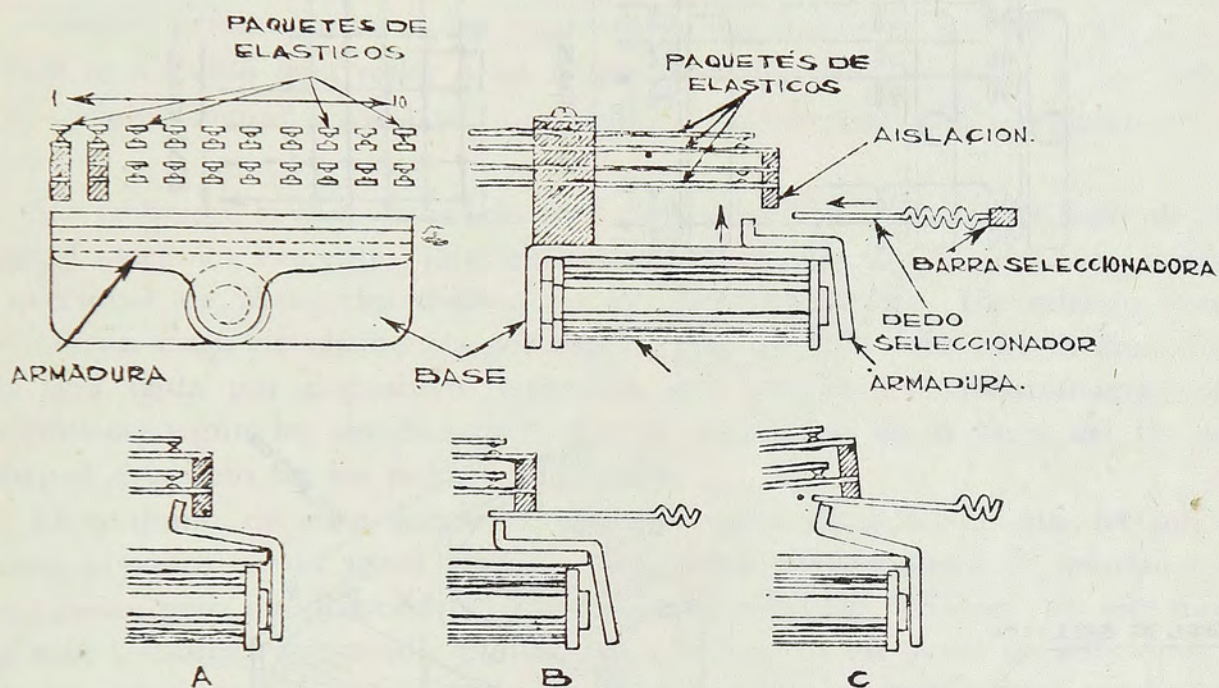


FIG. 9

- a.- Se opera la armadura sin insertar el dedo seleccionador.
 b.- Se inserta el dedo seleccionador antes de que opere la armadura.
 c.- Se opera la armadura, la cual acciona los elásticos.

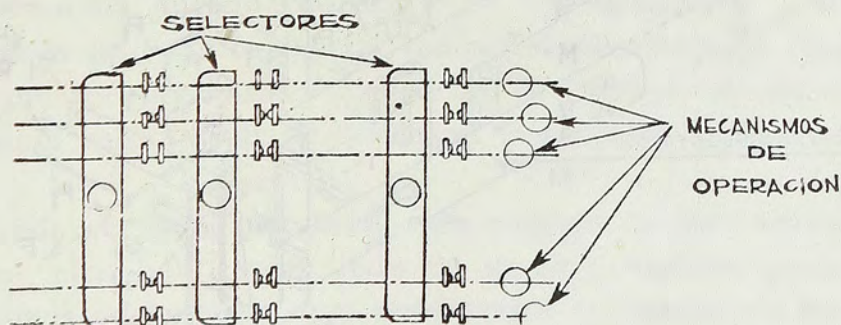


FIG. 10

neral y asegura la elección de dos líneas (algunas veces 4). Es así como un conjunto de selectores se presenta bajo la forma de selectores colocados verticalmente los unos al lado de los otros, y de barras de selección colocadas horizontalmente unas debajo de otras, todo en un panel común. El aspecto general recuerda el de barras cruzadas, de ahí el nombre de "cross-bar".

Los movimientos necesarios para la elección de una línea, son reducidos a dos movimientos angulares de pequeña amplitud, uno para la barra de selección, otro para la armadura del selector, movimientos similares a los de la armadura de un relay ordinario. Estos movimientos son por lo tanto muy rápidos, poco importantes y que ponen en juego sólo esfuerzos de reducida inercia. Un aparato tal responde perfectamente a los imperativos actuales; y es la razón esencial por la cual se ha visto desarrollar a un ritmo considerable en el curso de los últimos años, dichos sistemas "cross-bar", que utilizan los selectores que acabamos de describir.

Sin embargo, si bien estos selectores "cross-bar" presentan cualidades de simplicidad mecánica evidentes, tales cualidades tienen que sufrir como compensación la necesidad de agregarles dispositivos de control eléctrico. Un selector "cross-bar", es un ciego de obediencia perfecta al que un guía debe dirigir. Esta dirección será dada por dispositivos eléctricos, que podrán ser electro-magnéticos o electrónicos, según los sistemas, pero que se mantienen en la línea del fin asignado; el estatismo de los medios empleados.

El conjunto de estos selectores, con las barras de selección que les son comunes, armados en un panel metálico, representa el equivalente de selectores del tipo clásico, pero que dispondrían de medios de selección comunes. De este modo, una sola comunicación puede establecerse a la vez en un panel de selectores, sin embargo, el tiempo de esta operación es tan corto que, bajo ciertas condiciones, no produce ningún inconveniente práctico al curso del tráfico.

Asimismo, los mencionados dispositivos de control pueden ser, por las mismas razones, comunes a varios paneles o al conjunto de paneles de una central, reduciéndose así su importancia.

VII. La utilización de selectores "cross-bar" ha sido objeto de soluciones muy diversas.

Estas soluciones pueden clasificarse en dos categorías:

La primera de estas categorías comprende los sistemas "cross-bar" más próximos a los antiguos sistemas mecánicos en su concepto de selección. Es en cierto modo la simple substitución de selectores "cross-bar" en lugar de selectores mecánicos.

La segunda de estas categorías saca partido de las ventajas particulares de los selectores "cross-bar", sobre todo de su gran rapidez, para realizar procesos de selección más adelantados, que conducen a economías en los equipos y a menudo a nuevas facilidades de explotación.

La Administración de teléfonos de Suecia que ha sido la primera en utilizar los selectores "cross-bar" ha concebido un sistema que entra en la primera de estas categorías, utilizado aún hoy día en las centrales telefónicas rurales. Después de la primera guerra mundial, la misma concibió la realización de un nuevo sistema más económico que fue usado en las centrales más importantes y que

entra en la segunda categoría. El sistema L. M. Ericsson, derivado directo del sistema de la Administración sueca entra también en esta segunda categoría.

En Estados Unidos de N. A. la "Western Electric" ha desarrollado diversos sistemas de "cross-bar", conocidos bajo los nombres de N° 1, 4, 5, pertenecientes a la segunda categoría, y cuyo empleo corresponde a casos de diferente utilización.

La International Telephone & Telegraph Corp. ha desarrollado por su parte el "cross-bar" bajo diferentes formas, pertenecientes a las dos categorías indicadas por consideraciones locales.

En Estados Unidos de N. A. la solución "Kellogg" N° 7 que tiene un parentesco con el sistema paso a paso, ha sido estudiado para usarse en las redes ya equipadas con este último sistema. En Bélgica, hay la solución M. E. emparentada a las formas más recientes del "Rotary", pero que emplea medios de control parcialmente electrónicos. Estas soluciones pertenecen a la primera categoría. En Francia la solución "Pentaconta" que pertenece a la segunda categoría y cuyas características corresponderían al sistema W. E. N° 5, pero de un empleo más general. Esta última solución es también utilizada en Alemania, aunque adaptada más particularmente a las condiciones de la red alemana. El sistema "Pentaconta" está en servicio en Francia, en Italia, en Alemania, en Chile y lo estará bien pronto en la Argentina y el Uruguay. Una película será presentada sobre el sistema "Pentaconta" al terminar esta conferencia.

Los sistemas de la primera categoría utilizan selectores cuya capacidad de selección es del mismo orden que la de los selectores mecánicos, es decir generalmente 100 líneas; el número de contactos que ellos exigen es elevado. Como la capacidad de los selectores "cross-bar" es por lo común más pequeña, se emplean varios selectores elementales para constituir un selector completo. Por ejemplo 10 selectores de 10 líneas, ó 5 de 20 líneas, para constituir un selector de 100 salidas. En el sistema de la Administración sueca, 5 selectores de 20 líneas están comandados por barras de selección comunes y están reunidos en un mismo panel que constituyen, con un relay suplementario de conmutación, el equivalente de un selector paso-a-paso de 10 niveles de 10 líneas.

En el sistema "Kellogg", cada selector elemental tiene también una capacidad de 10 salidas, pero a menudo el selector completo está compuesto de selectores elementales colocados en paneles diferentes.

En el sistema W. E. cada uno de los selectores tiene capacidad propia de 100 líneas y están montados conjuntamente en grupos de 16 a 24 selectores en un mismo bastidor.

Estos sistemas son, en general, más caros que los siguientes a pesar de una cierta simplificación de los elementos de control, a causa de su gran cantidad de contactos.

Los sistemas de la segunda categoría utilizan un principio diferente de selección llamado "selección conjugada", el cual permite realizar una economía de contactos muy importantes, y que está representada en la fig. que se muestra.

En la parte superior se dispone de tres campos de selección en cada uno de los cuales entran n líneas y salen p líneas (de éstas se muestran sólo tres para claridad de la figura), en la parte inferior, tres campos de selección tienen cada uno p líneas entrantes y q líneas salientes.

Las uniones de las líneas p de la parte superior a las líneas q de la parte inferior son tales que distribuyen igualmente las p líneas de los 3 campos superiores entre las q líneas de los tres inferiores.

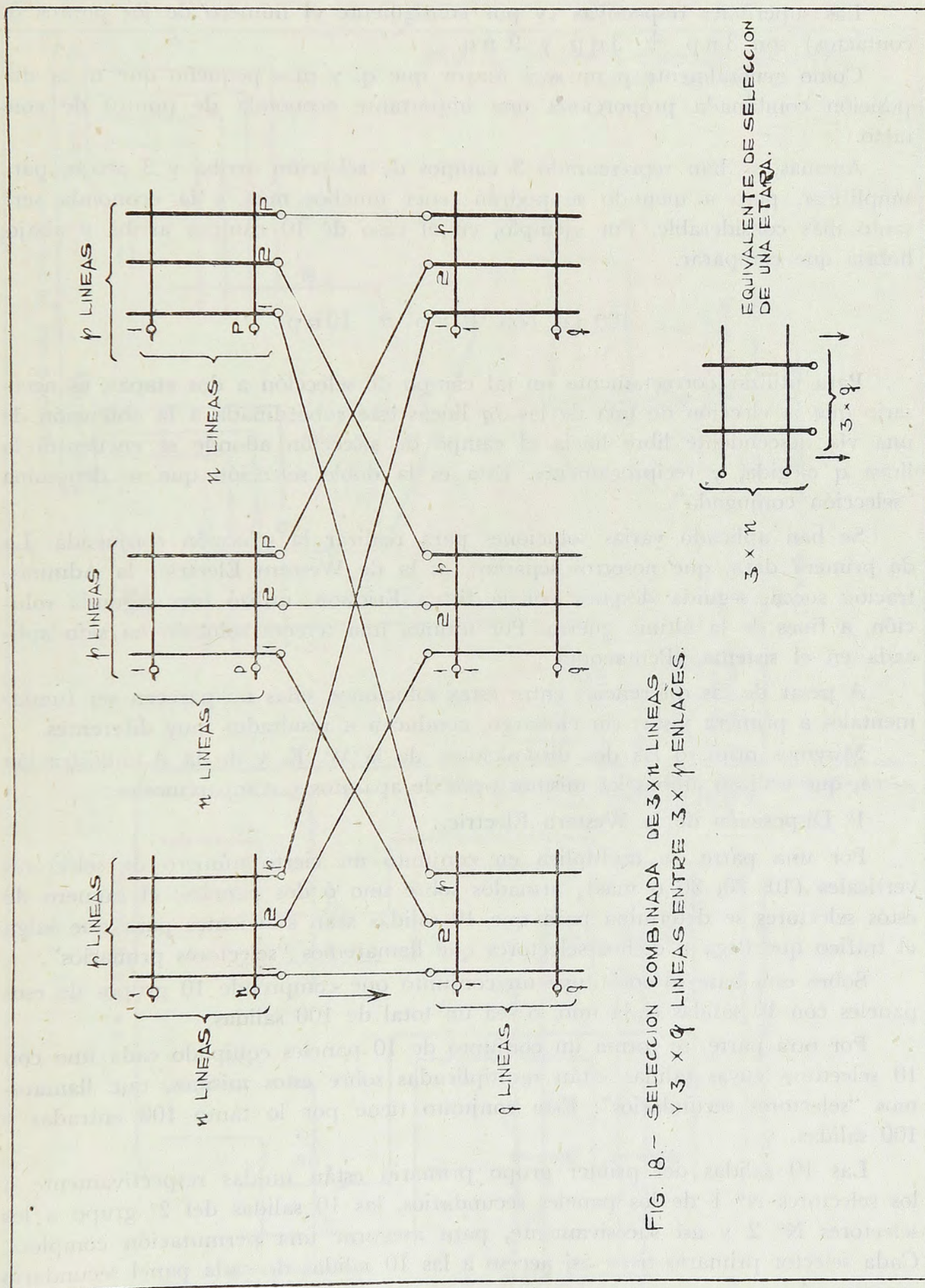


FIG. 18. — SELECCION COMBINADA DE 3×11 LINEAS Y $3 \times q$ LINEAS ENTRE 3×11 ENLACES.

Se ve así que las $3n$ líneas entrantes de la parte superior tienen acceso a las $3q$ líneas de la parte inferior. Se obtiene así un resultado que se puede considerar, en primera aproximación, como equivalente al de un campo de selección único cuyas dimensiones fueran $3n$ y $3q$.

Las superficies respectivas (y por consiguiente el número de los puntos de contactos) son $3np + 3qp$ y $9nq$.

Como generalmente p no será mayor que q , y más pequeño que n , la disposición combinada proporciona una importante economía de puntos de contacto.

Además, se han representado 3 campos de selección arriba y 3 abajo, para simplificar, pero a menudo se podrán tener muchos más, y la economía será tanto más considerable. Por ejemplo, en el caso de 10 campos arriba y abajo, habría que comparar.

$$100nq \text{ con } 10np + 10qp$$

Para utilizar correctamente un tal campo de selección a dos etapas, es necesario que la elección de una de las $3q$ líneas esté subordinada a la obtención de una vía descendente libre hacia el campo de selección adonde se encuentra la línea q elegida, y recíprocamente. Esta es la doble selección que se denomina "selección conjugada".

Se han aplicado varias soluciones para realizar la selección conjugada. La de primera data, que nosotros sepamos, es la de Western Electric; la Administración sueca, seguida después por la firma Ericsson, utilizó una segunda solución, a fines de la última guerra. Por último, una tercera solución ha sido aplicada en el sistema "Pentaconta".

A pesar de las diferencias entre estas soluciones, ellas no parecen ser fundamentales a primera vista; sin embargo, conducen a resultados muy diferentes.

Miremos primero las dos disposiciones de la W. E. y de la Administración sueca, que utilizan ambas los mismos tipos de aparatos y comparémoslos:

1º Disposición de la Western Electric.

Por una parte, se multiplica en conjunto un cierto número de selectores verticales (10, 20, 30 ó más), armados sobre uno ó dos paneles; el número de estos selectores se determina para que 10 salidas sean suficientes para que salga el tráfico que llega a dichos selectores que llamaremos "selectores primarios".

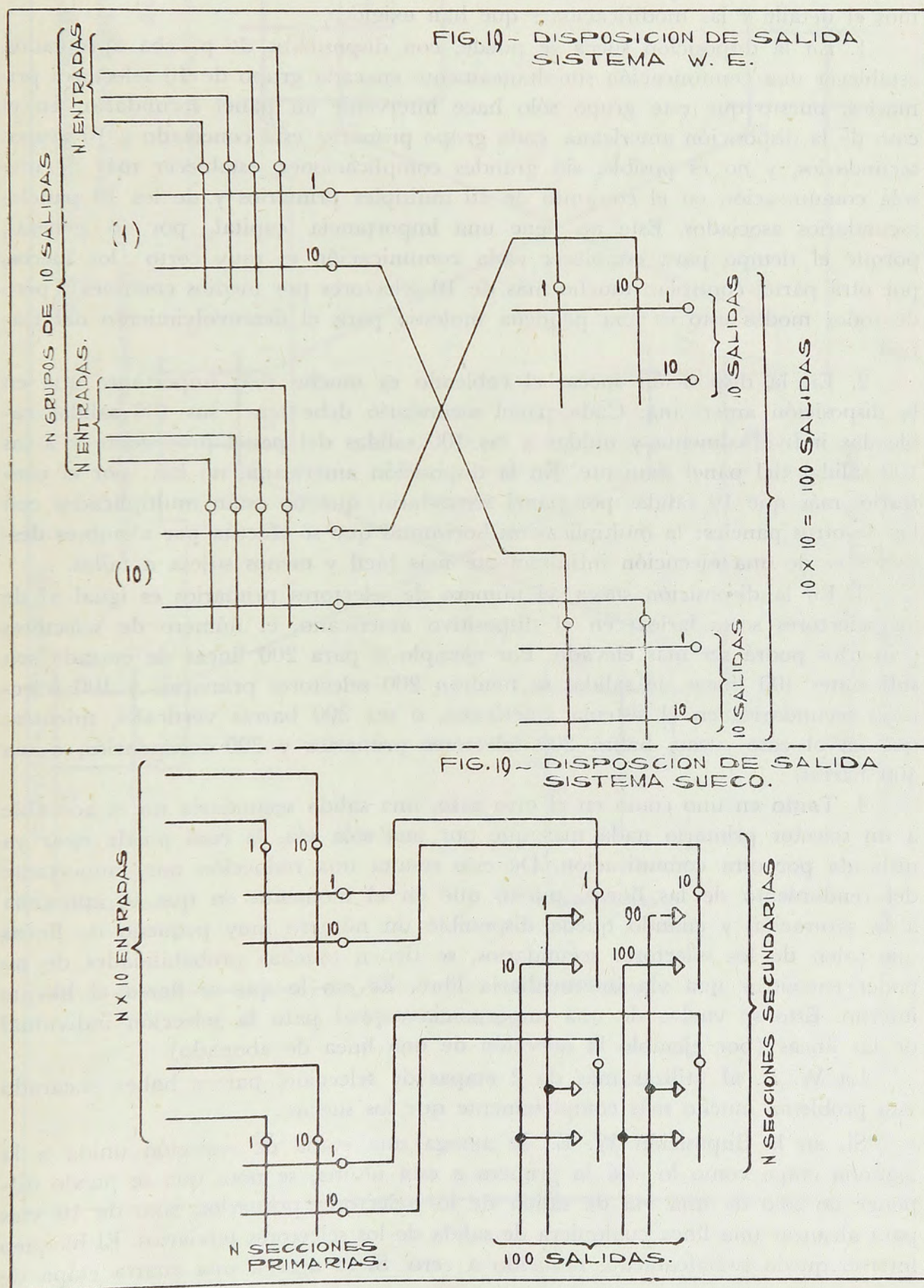
Sobre esta base se constituye un conjunto que comprende 10 grupos de esos paneles con 10 salidas cada uno, o sea un total de 100 salidas.

Por otra parte, se forma un conjunto de 10 paneles equipado cada uno con 10 selectores cuyas salidas están multiplicadas sobre estos mismos, que llamaremos "selectores secundarios". Este conjunto tiene por lo tanto 100 entradas y 100 salidas.

Las 10 salidas del primer grupo primario están unidas respectivamente a los selectores N° 1 de los paneles secundarios, las 10 salidas del 2º grupo a los selectores N° 2 y así sucesivamente, para asegurar una permutación completa. Cada selector primario tiene así acceso a las 10 salidas de cada panel secundario por una vía.

2º Disposición sueca.

Se forman grupos de 10 selectores primarios montados en un panel; sus 10 salidas están multiplicadas y unidas a los 10 selectores secundarios de un segundo panel. Cada una de las 10 salidas de estos selectores está aislada de las otras, habiendo por lo tanto 100 salidas independientes en un panel secundario.



Si estas 100 salidas fueran utilizadas solamente por los 10 selectores primarios que hemos considerado hasta aquí el rendimiento sería muy malo. Por eso, se multiplican las 100 salidas del panel secundario con las 100 salidas de otros paneles secundarios que sirven cada uno a otros 10 selectores primarios.

Tales son las disposiciones básicas de estos dos sistemas, y en seguida veremos el detalle y las modificaciones que han exigido:

1. En la disposición sueca se puede, con dispositivos de prueba apropiados, establecer una comunicación simultáneamente en cada grupo de 10 selectores primarios, puesto que este grupo sólo hace intervenir un panel secundario; en el caso de la disposición americana cada grupo primario está conectado a 10 grupos secundarios, y no es posible, sin grandes complicaciones, establecer más de una sola comunicación en el conjunto de 10 múltiples primarios y de los 10 paneles secundarios asociados. Este no tiene una importancia capital, por lo general, porque el tiempo para establecer cada comunicación es muy corto (los suecos, por otra parte, controlan mucho más de 10 selectores por medios comunes), pero de todos modos esto es una pequeña molestia para el desenvolvimiento del tráfico.

2. En la disposición sueca, el cableado es mucho más importante que en la disposición americana. Cada panel secundario debe tener sus 100 salidas cableadas individualmente y unidas a las 100 salidas del panel precedente y a las 100 salidas del panel siguiente. En la disposición americana, no hay, por el contrario, más que 10 salidas por panel secundario, que no están multiplicadas con las de otros paneles; la multiplicación horizontal que se efectúa por alambres desnudos es de una ejecución infinitamente más fácil y menos sujeta a fallas.

3. En la disposición sueca, el número de selectores primarios es igual al de los selectores secundarios; en el dispositivo americano, el número de selectores primarios podrá ser más elevado. Por ejemplo si para 200 líneas de entrada son suficientes 100 líneas de salida, se tendrán 200 selectores primarios y 100 selectores secundarios en el sistema americano, o sea 300 barras verticales, mientras que en el caso sueco, habrá 200 selectores primarios y 200 secundarios, o sea 400 barras.

4. Tanto en uno como en el otro caso, una salida secundaria no es accesible a un selector primario nada más que por una sola vía, la cual puede estar ya utilizada por otra comunicación. De esto resulta una reducción muy importante del rendimiento de las líneas, puesto que en el momento en que se aproxima a la saturación y cuando queda disponible un número muy pequeño de líneas que salen de los selectores secundarios, se tienen muchas probabilidades de no poder encontrar una vía intermediaria libre. Es eso lo que se llama el bloque interno. Esto se vuelve de una importancia capital para la selección individual de las líneas (por ejemplo la selección de una línea de abonado).

La W. E. al utilizar más de 2 etapas de selección, parece haber encarado este problema mucho más completamente que los suecos

Si, en la disposición W. E., se agrega una etapa de selección unida a la segunda etapa como lo está la primera a esta última, se nota que se puede disponer no sólo de una vía de salida de los selectores primarios, sino de 10 vías para alcanzar una línea cualquiera de salida de los selectores terciarios. El bloqueo interno queda prácticamente reducido a cero. Si se agrega una cuarta etapa de

UNA SALIDA PUEDE TENER ACCESO A LAS 10 SECCIONES SECUNDARIAS Y PUEDE TOMAR CUALQUIER ENTRADA POR MEDIO DE UNA DE LAS 10 SALIDAS DE LAS SECCIONES PRIMARIAS.

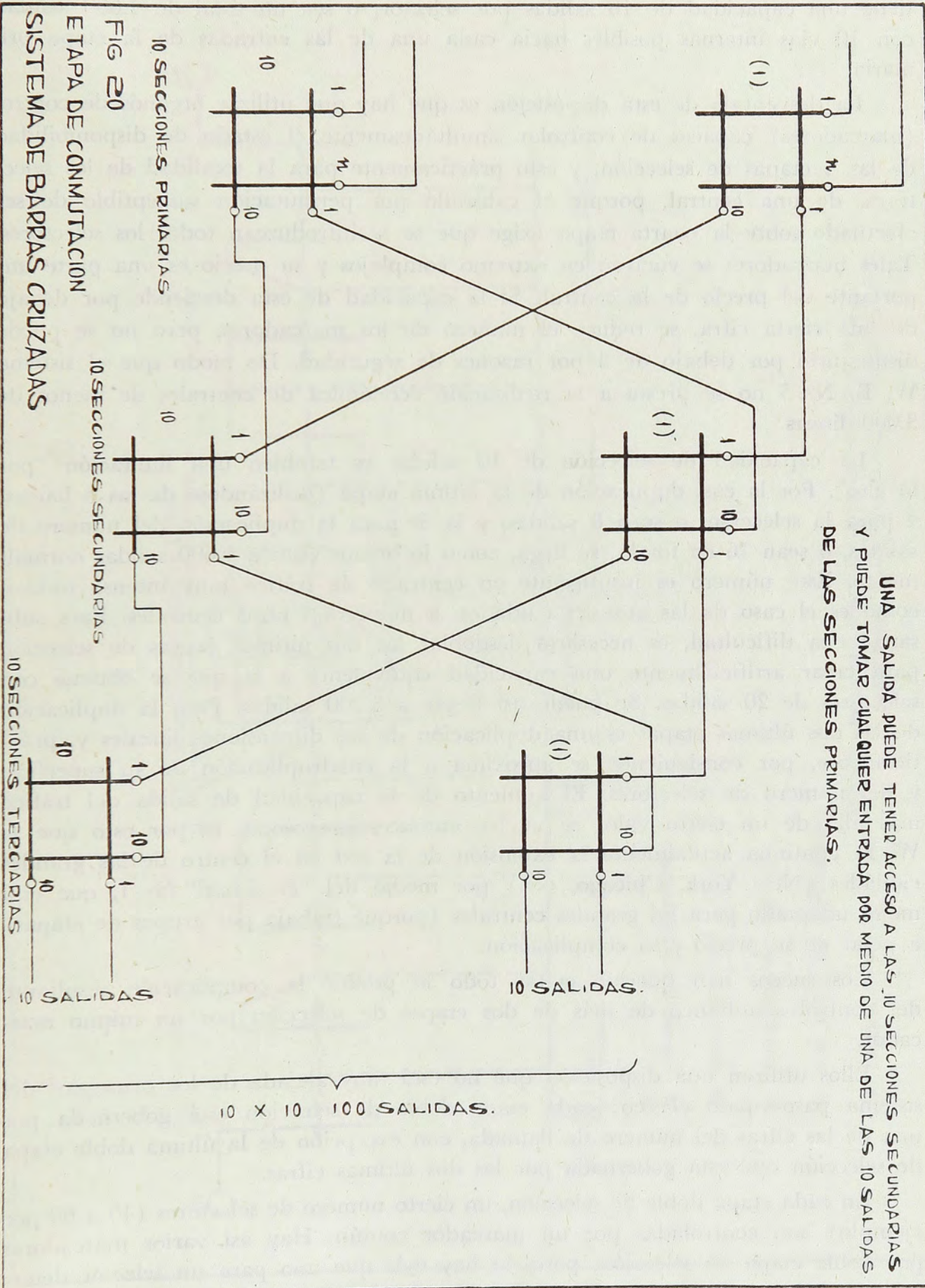


FIG 20
ETAPA DE CONMUTACION
SISTEMA DE BARRAS CRUZADAS

selección se pueden sobrepasar las 100 salidas y alcanzar una capacidad de 1.000 salidas. En el sistema W. E. N° 5 se utilizan así 4 etapas, la última de las cuales tiene una capacidad de 16 salidas por selector, o sea un total de 1.600 salidas, con 10 vías internas posibles hacia cada una de las entradas de la etapa primaria.

La desventaja de esta disposición es que hay que utilizar órganos de control (marcadores) capaces de controlar simultáneamente el estado de disponibilidad de las 4 etapas de selección, y esto prácticamente para la totalidad de los selectores, de una central, porque el cableado por permutación susceptible de ser efectuado sobre la cuarta etapa exige que se le introduzcan todos los selectores. Tales marcadores se vuelven en extremo complejos y su precio es una parte importante del precio de la central. Si la capacidad de ésta descende por debajo de una cierta cifra, se reduce el número de los marcadores, pero no se puede disminuirlo por debajo de 3 por razones de seguridad. De modo que el sistema W. E. N° 5 no se presta a la realización económica de centrales de menos de 3.000 líneas .

La capacidad de selección de 10 salidas es también una limitación "por lo alto". Por la casi duplicación de la última etapa (utilizándose de las 5 barras, 4 para la selección, o sean 8 salidas, y la 5ª para la duplicación del número de salidas, o sean 16 en total), se llega, como lo hemos visto a 1.600 salidas normalmente. Este número es insuficiente en centrales de tráfico muy intenso unidas, como es el caso de las grandes ciudades, a numerosas otras centrales. Para subsanar esta dificultad, es necesario desdoblar las dos últimas etapas de selección para crear artificialmente una capacidad equivalente a la que se obtiene con selectores de 20 salidas. Se puede así llegar a 3.200 salidas. Pero la duplicación de las dos últimas etapas es una duplicación de sus dimensiones lineales y, prácticamente, por consiguiente, se aproxima a la cuadruplicación de su superficie y del número de selectores. El aumento de la capacidad de salida del tráfico más allá de un cierto valor se vuelve entonces oneroso, y es por esto que la W. E. continúa actualmente la extensión de la red en el centro de las grandes ciudades (New York, Chicago, etc.) por medio del "cross-bar" N° 1, que está mejor adaptado para las grandes centrales (porque trabaja por grupos de etapas) a pesar de su precio y su complicación.

Los suecos han querido evitar todo lo posible la complicación resultante del control simultáneo de más de dos etapas de selección por un mismo marcador.

Ellos utilizan una disposición que no está muy alejada de los principios del sistema paso-a-paso clásico; cada etapa doble de selección está gobernada por una de las cifras del número de llamada, con excepción de la última doble etapa de selección que está gobernada por las dos últimas cifras.

En cada etapa doble de selección, un cierto número de selectores (40 a 60 por ejemplo) son controladas por un marcador común. Hay así varios marcadores por doble etapa de selección, pero no hay más que uno para un selector determinado. (En el sistema W. E. N° 5, todos los marcadores son comunes a todos los selectores; el cableado para la unión de todos los marcadores a todos los selectores es evidentemente más complicado, pero el hecho de quedar fuera de

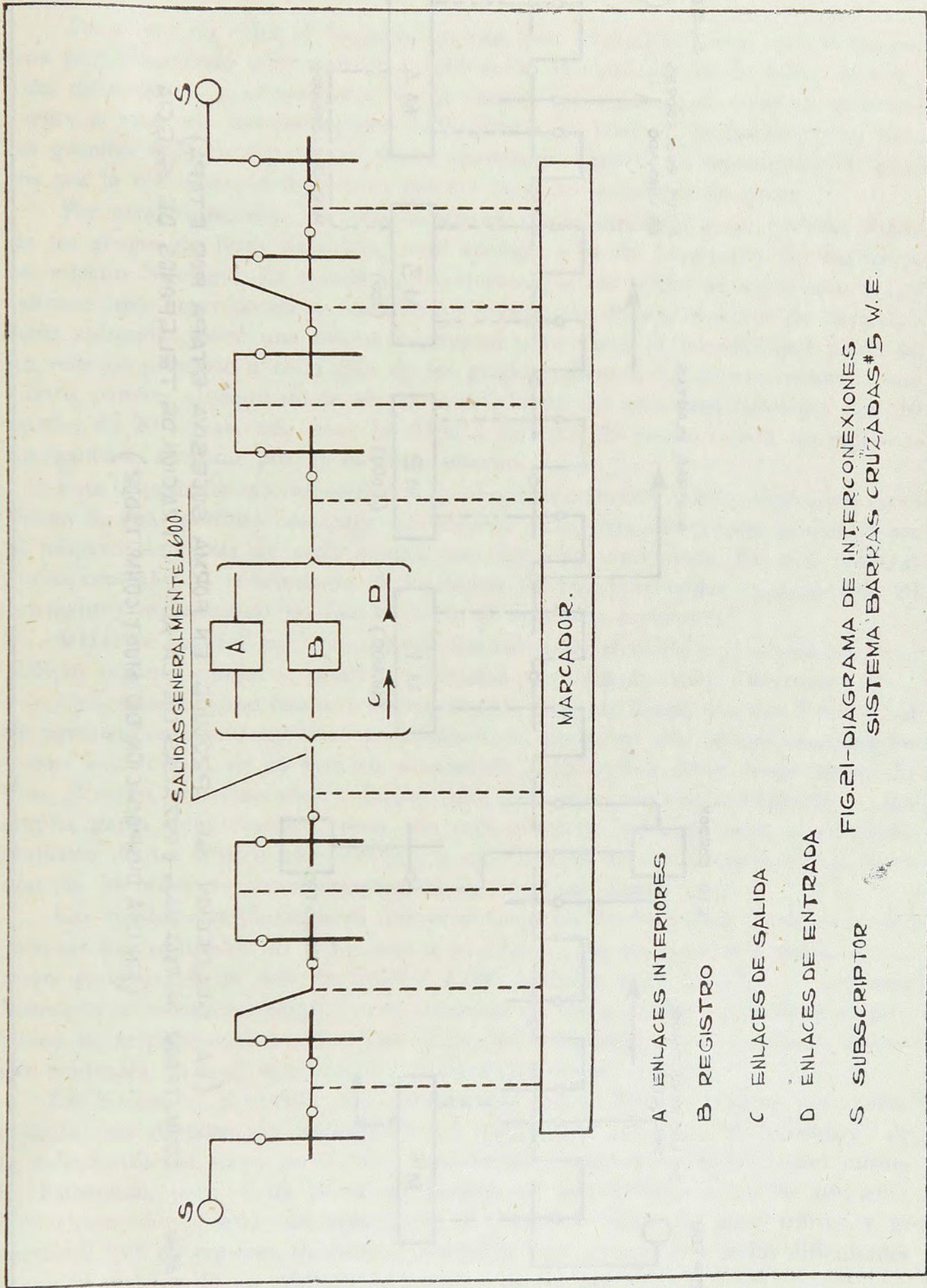


FIG.21-DIAGRAMA DE INTERCONEXIONES
SISTEMA BARRAS CRUZADAS#5 W.E.

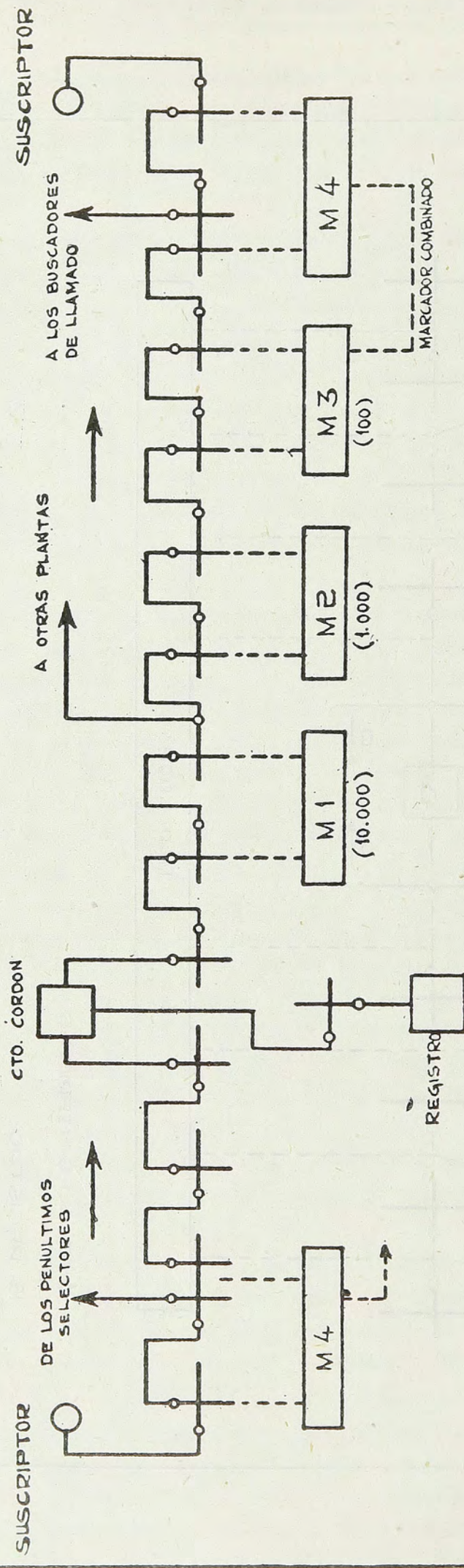


FIG. 22. CONMUTADOR DE BARRAS CRUZADAS EN FORMA SUCESIVA ETAPA POR ETAPA
(LA SELECCION SE PRODUCE EN FORMA SUCESIVA ETAPA POR ETAPA)
(EN UNA DISPOSICION DE MULTICONMUTADOR)

servicio un marcador no implica las dificultades que se producen en el sistema sueco).

Todo esto no evita el bloqueo, interno, por lo cual se busca atenuarlo; por una parte, haciendo intervenir en combinación al marcador de la etapa de selección de centenas y el marcador de la etapa final (pero esto conduce prácticamente a una sola marcación por 1.000 líneas, lo cual es demasiado poco para los grandes tráficos); por otra parte, realizando verdaderos selectores, 200 puntos por la combinación de cuatro paneles para los selectores de grupo.

Por otra parte, esto no sería suficiente sin constreñirse a una división rígida de los grupos de línea de salida, muy análoga a la de los niveles del banco de un selector Strowger. Es necesario, en efecto, que las líneas de un mismo grupo saliente (que corresponda a una cifra determinada de los números de llamada) estén colocadas sobre una misma horizontal para tener la accesibilidad plana de un selector primario a cada uno de los grupos salientes. Se obtiene entonces con cuatro paneles el equivalente de un múltiplo de 10 selectores Strowger con 10 niveles de 20 líneas cada uno; la eficacia de estas 20 líneas queda sin embargo fuertemente alterada por el bloqueo interno.

Esta disposición es evidentemente mucho menos flexible que la disposición americana la cual permite constituir un número cualquiera de grupos, pudiendo ser el número de líneas de cada grupo, una cantidad cualquiera. En una red con varias centrales, el rendimiento de las líneas de enlace (elegidas en grupos de 20 solamente) es asimismo no tan bueno y es necesario mejorarlo.

VIII. Se ha visto así desarrollarse dos sistemas: el sueco y el americano, que utilizan órganos similares, pero que llegan a posibilidades muy diferentes.

Uno, el americano con una buena eficacia para las líneas, con una flexibilidad de agrupamiento extremadamente satisfactoria, pero con marcadores complicados y con limitaciones de su empleo económico hacia arriba como hacia abajo. El otro, el sueco, con marcadores simples, una estructura por etapas favorable a una amplia gama de utilización, pero con una inaptitud evidente para el desenvolvimiento de un tráfico algo elevado y una rigidez de agrupamiento que no es uno de los menores inconvenientes de los sistemas paso-a-paso.

Las condiciones particulares que se encuentran en los países donde estos dos sistemas son utilizados no se oponen a su empleo. En los Estados Unidos, el número de centrales de más de 3.000 ó 4.000 líneas es muy elevado; —el sistema Strowger, se mantiene ampliamente utilizado en las pequeñas ciudades y el problema no se presentará hasta el día en que se reemplacen las instalaciones Strowger existentes, lo cual significa el transcurso de largos años.

En Suecia, el desarrollo tan considerable del teléfono ha tenido por consecuencia una disminución importante del tráfico por abonado. El "cross-bar" de la Administración sueca no ha sido introducido hasta ahora en la ciudad misma de Estocolmo, pero él da plena satisfacción en las ciudades o en las pequeñas poblaciones donde está instalado; pero se trata de zonas de poco tráfico y es verosímil que en regiones de tráfico intenso se confrontaría con serias dificultades o con el empleo de un número de órganos exorbitantes.

¿Por qué estos dos sistemas adolecen de estas limitaciones?

Puede responderse que es la capacidad muy baja de los selectores que es la causa. Esto es tan cierto que para desarrollar el empleo de su sistema en el ex-

terior de Suecia, L. M. Ericsson ha utilizado la capacidad de 20 en lugar de 10, pero siempre manteniendo la disposición sueca antes descrita, es decir, con una rigidez de agrupamiento apenas atenuada (20 niveles de 20 líneas ó 10 niveles

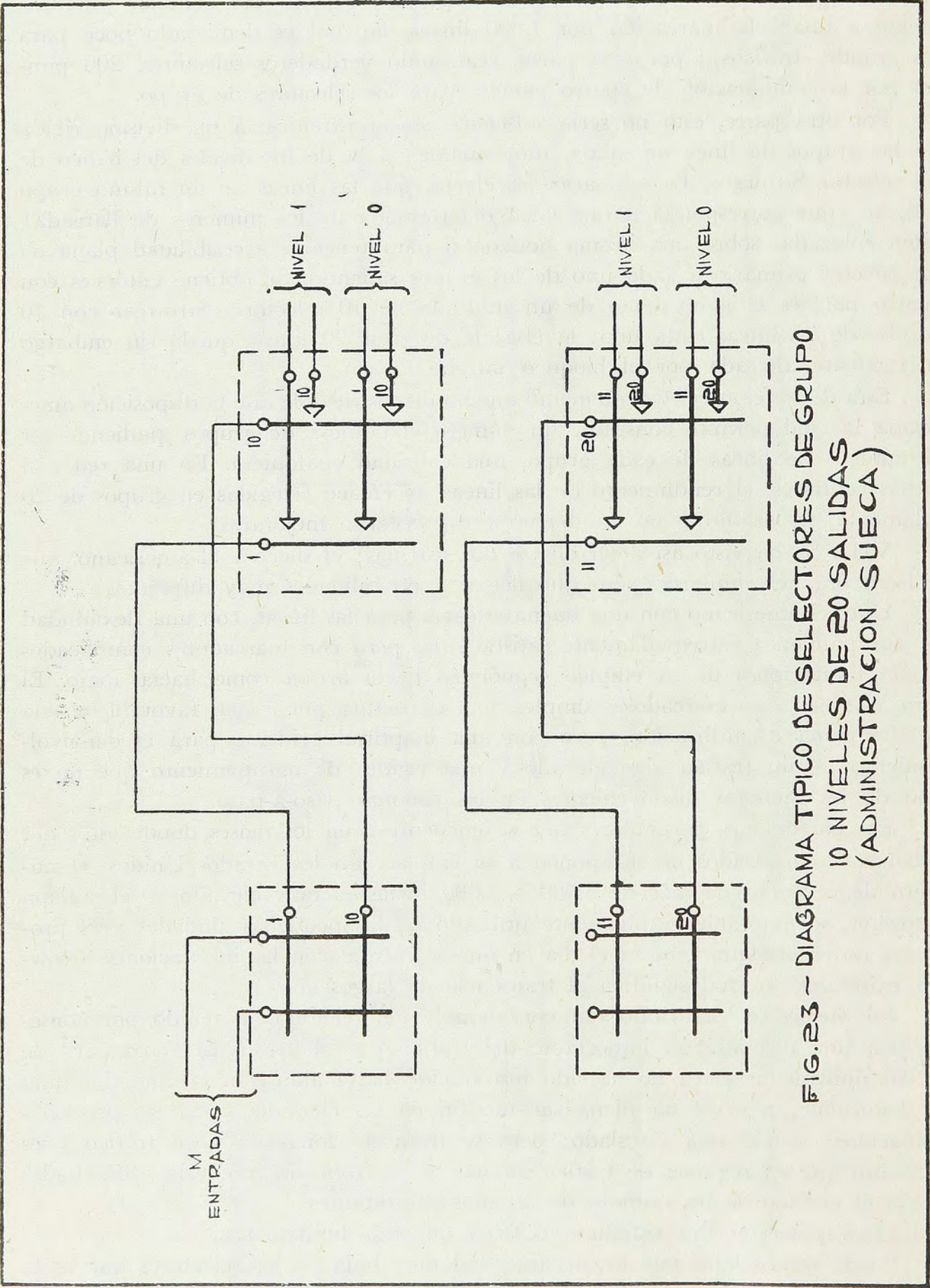


FIG.23 - DIAGRAMA TÍPICO DE SELECTORES DE GRUPO 0
10 NIVELES DE 20 SALIDAS
(ADMINISTRACION SUECA)

de 40 líneas), con grupos de selectores controlados por un solo marcador común y con etapas de selección de líneas que disponen de muy escasos marcadores.

IX. Otra solución de este problema ha sido proporcionada recientemente por el sistema Pentaconta desarrollado en los laboratorios de la I. T. T., para evitar esas limitaciones de que hemos hablado

Esta solución se aparta de las soluciones precedentes en diversos puntos:

1. Por la utilización de una capacidad de selección decididamente más elevada.

2. Combina la simplicidad de la doble etapa de selección con la accesibilidad total que da la triple etapa de selección.

3. Por tener la posibilidad de hacer variar el número de etapas de selección para colocar siempre en las condiciones más económicas de empleo, cualquiera que sea la capacidad de las centrales.

4. Se pueden agrupar las líneas de cualquier manera sobre los selectores y realizar así el máximo de flexibilidad.

Estas características se obtienen gracias a la utilización de selectores de 52 salidas; y a la constitución de elementos de selección (de concepción idéntica por otra parte, cualquiera que sea su puesto en la cadena de selección) que comprendan una doble etapa de selectores interconectados por un procedimiento que da total accesibilidad por todas las vías posibles.

Se muestra en esta figura el principio de la disposición de la doble etapa de selección.

Los selectores primarios están agrupados por "secciones primarias", comprendiendo cada sección un cierto número de entradas repartidas sobre uno o varios paneles; todos los selectores de una sección tienen sus salidas en múltiple. El elemento de selección comprende un cierto número de estas secciones primarias.

Los selectores secundarios de un elemento de selección están agrupados por "secciones secundarias"; cada sección comprende un número de selectores que es determinado por el tráfico que pasa por el elemento de selección considerado. Hay una sección secundaria por cada 50 líneas que salen del elemento de selección.

Un elemento de selección incluye en principio un número de selectores tal que el número de llamadas que ellos tienen que atender pueda ser tratado por un grupo de 2 marcadores que accionan en común a estos selectores.

Las líneas salientes de las secciones primarias están divididas en dos haces: el *primero* (generalmente de 40 líneas) se dirige hacia los selectores secundarios y se reparte igualmente sobre las diversas secciones secundarias, por ejemplo, si hay 10 secciones secundarias, cada sección primaria estará unida por 4 líneas a 4 selectores secundarios en cada una de las 10 secciones; el *segundo* (generalmente de 12 líneas) se dirige hacia los selectores ubicados en las otras secciones primarias y se reparte igualmente en las diversas secciones primarias, por ejemplo si hay 3 secciones primarias, cada una de éstas dispondrá de 6 líneas hacia cada una de las otras dos secciones.

Si se considera el primero de estos haces, se observa que funciona de la misma manera que el "link" de la disposición de la W. E. Co., pero con la diferencia de que en lugar de tener sólo una vía de acceso hacia una sección secundaria, cada sección primaria dispone de varias vías (4 en el ejemplo propuesto), lo

cual disminuye considerablemente la probabilidad de ocupación ficticia de estas dos vías que llamaremos "directas".

Si se considera ahora el segundo de esos haces, se notará que permite a cada sección primaria tener acceso a los selectores secundarios unidos directamente a otras secciones primarias; se tiene así una disposición equivalente a la de la figu-

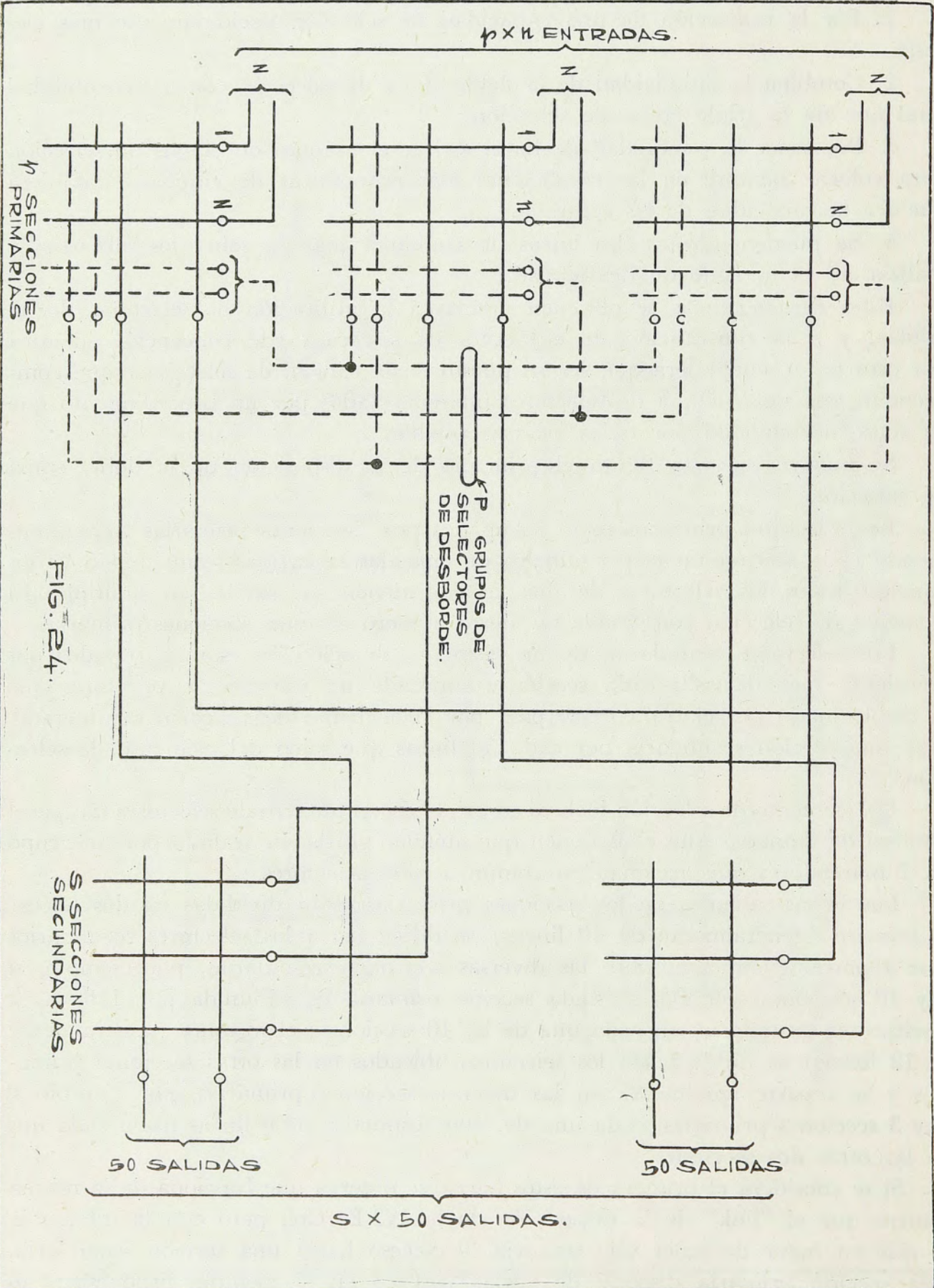


FIG. 24.

ra 20 (disposición de enlace en tres etapas) la cual provee la accesibilidad total; cada línea saliente puede ser alcanzada por cualquier selector primario y esto por tantas vías como hay selectores (secundarios) que tienen acceso a dicha línea saliente. La diferencia con la disposición de la figura 20 es que sólo hay dos etapas de selectores en lugar de tres, y que el control resulta así facilitado.

Esta accesibilidad puede ser "directa" utilizándose 2 selectores, o "indirecta" y entonces se utilizan 3 selectores. Se debe hacer notar que se ha arreglado para que las vías indirectas sólo sean usadas cuando todas las vías directas estén inutilizadas. La probabilidad de que esto ocurra es relativamente escasa, y el número de vías indirectas necesarias es también muy pequeño; así la accesibilidad total se encuentra adquirida al precio de un suplemento muy pequeño de selectores, sin que ella cueste el precio de control sobre 3 etapas.

Otro punto que debe notarse es que esta accesibilidad total permite evitar restricción alguna en cuanto a la disposición de las líneas salientes, cada elemento de selección puede ser considerado como un conjunto de selectores con cualquier número de salidas, (entre muy amplios límites: 100 a 1.500 líneas por ejemplo), pudiendo ser divididas en un número cualquiera de grupos de cualquiera importancia. La repartición de las líneas de cada grupo puede ser también cualquiera. Resulta evidente que hay así una flexibilidad que no se obtiene con ningún otro sistema, y que debe ser señalada particularmente para la realización de conmutadores automáticos interurbanos.

Esta disposición en 2 etapas tiene por consecuencia evidente la simplificación de los marcadores, pero ésta ha sido todavía aumentada en el sistema Pentaconta dándole al marcador un rol más reducido que en los otros sistemas "cross-bar". El marcador Pentaconta, en efecto, marca los grupos de líneas que le demanda el registro y verifica que la conexión pueda ser establecida, pero no interviene en la elección de las vías internas del elemento de selección. Son los relays de los paneles y los electroimanes de selección los que tienen el control de todas las vías posibles y eligen la más directa; lo cual conduce a una descentralización aún mayor de los medios de control.

Debe notarse también que desde el punto de vista de los marcadores, los paneles de selectores de un elemento de selección no son solidarios y que dos llamadas, desde el momento que no llegan de 2 selectores colocados en el mismo panel, serán tratadas por los dos marcadores de este mismo elemento de un modo rigurosamente simultáneo. Se encuentra así en el Pentaconta esa ventaja señalada antes y que no existe en ninguno de los sistemas suecos o americanos, en los cuales un gran número de selectores primarios queda paralizado durante el tiempo de establecimiento de una conexión.

X. Después de esta exposición rápida sobre los sistemas de hoy y de mañana, desearía decir algunas palabras sobre dos problemas de mucha importancia; el de la contabilización de las comunicaciones telefónicas que ha dado lugar ya a excelentes soluciones, y el de la evolución probable de los aparatos de abonados que no ha recibido todavía solución.

Mientras el automatismo del teléfono estaba limitado a las relaciones urbanas, el registro de las comunicaciones sobre un medidor de unidades, propio a cada abonado, era una solución satisfactoria. Cuando el automatismo se extiende más allá de los límites de la ciudad, el registro de las comunicaciones más caras

hacia afuera ha encontrado una solución en el registro de varias unidades en el medidor, lo cual resultaba aceptable.

Pero ahora que se trata de realizar el automatismo a grandes distancias para comunicaciones costosas, sobre un plan nacional y aún mismo sobre un plan internacional, ¿esta extrapolación permanece aún razonable? Cuando se dispone ya de medidores instalados, la cuestión puede discutirse sin que se tenga certeza de que se deba responder por la afirmativa. Por el contrario, si los medidores no están ya instalados, puede responderse con seguridad por la negativa. Es en efecto posible, hoy día, y sin gastos más elevados que el precio de los contadores y las erogaciones que ellos traen para asegurar la exportación, utilizar medios de registración mucho más perfectos y que, automáticamente, pueden establecer las facturas a pagar por los abonados.

El método que hoy día aparece como el más adecuado a dicho objetivo, consiste en registrar los elementos característicos de cada comunicación; los números de ambos abonados, el que llama y el llamado, la hora y la duración de la conversación; después, en traspasar estos elementos a las máquinas de contabilización que calculan el precio de la comunicación, los seleccionan por abonado que llamó y hacen enseguida el total de la cuenta de cada abonado, imprimiendo la factura en la cual puede figurar también el detalle de las comunicaciones.

Los "Bell Laboratories" han desarrollado un sistema como éste, el cual se está explotando muy satisfactoriamente en los Estados Unidos de N. A., donde se le conoce con el nombre de "automatic message accounting". Para simplificar la disposición del equipo en las centrales, las informaciones relativas a todas las comunicaciones son transcritas por orden cronológico sobre una cinta de papel perforado. Estas cintas son enviadas periódicamente a centros de contabilización que proceden automáticamente con las operaciones que acabo de indicar.

Por más extraordinario que ello pueda parecer, el aparato telefónico, desde hace 50 años, no ha sufrido casi transformaciones salvo de detalle o de apariencia. Su eficiencia es ciertamente mejor, pero son siempre las mismas clases de micrófonos a carbón, de receptores con imán y de campanillas, que constituyen sus elementos esenciales. En la época de la electrónica, en que se habla con mayor preferencia de microamperes, que de amperes, es sorprendente constatar que desde el comienzo del siglo, una cincuentena de miliamperes y de volts de corriente continua o de corriente alterna deben ser conducidos a través de los órganos de la central y las líneas de los abonados para asegurar el funcionamiento de los micrófonos y las campanillas.

Usando medios más modernos, podrían realizarse economías en el cobre, aumento del alcance de las líneas de abonados, y también, reducciones en el dimensionado de los contactos de conexión (y pienso sobre todo en la conmutación electrónica). Paralelamente, dispositivos tales como un teclado de botones, por ejemplo, más agradable y más rápido para manejar que nuestro viejo disco de llamada cuando se trata de componer un número de 10 a 11 cifras para obtener un corresponsal lejano, deberían ser también características del teléfono moderno.

La aparición de los transistores no tardarán, supongo, en dar a los aparatos telefónicos del futuro una constitución bastante diferente de la que conocemos después de tanto tiempo.

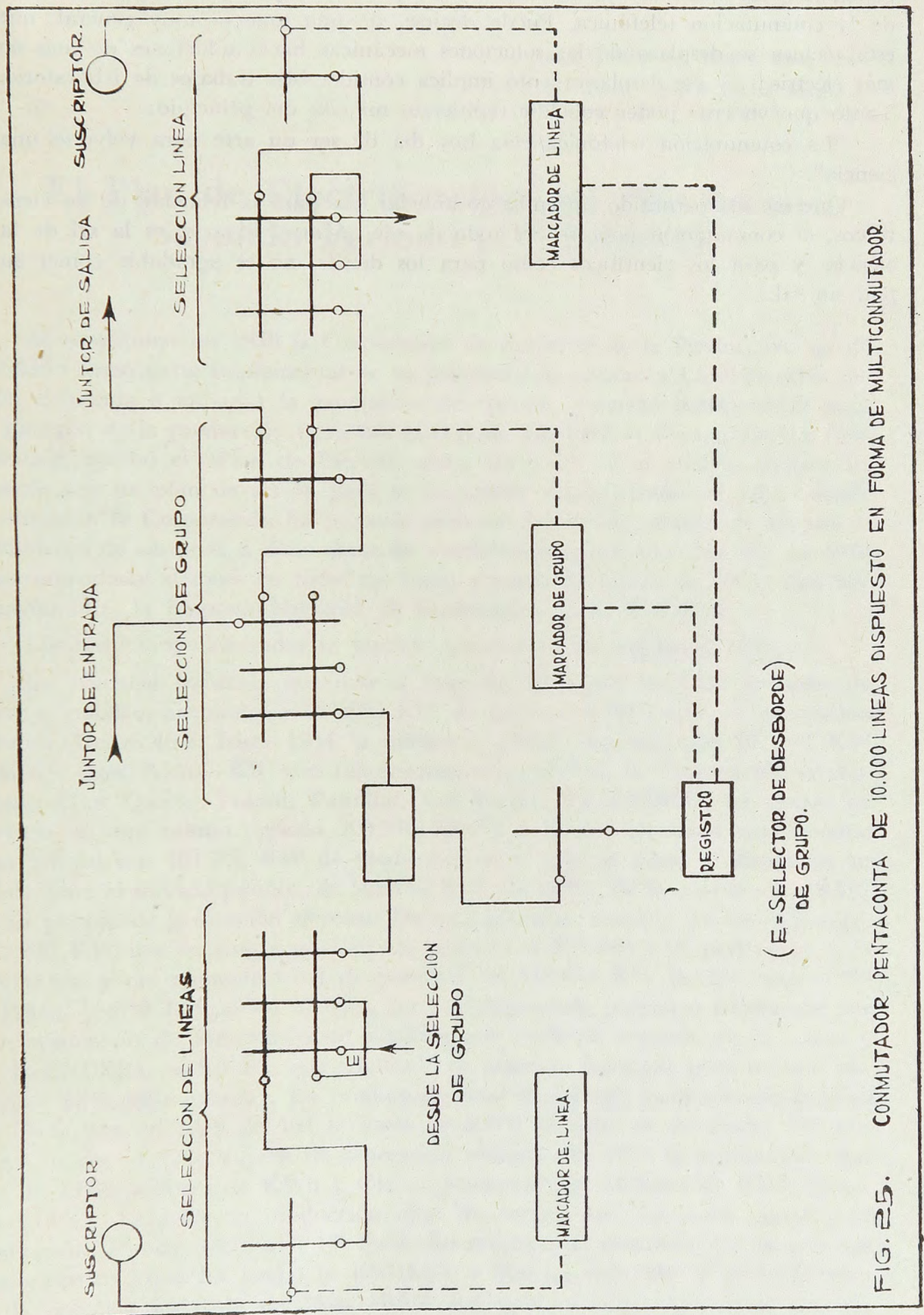


FIG. 25. CONMUTADOR PENTACONTA DE 10.000 LINEAS DISPUESTO EN FORMA DE MULTICONMUTADOR.

XI. Tales son, en el cuadro de esas nuevas necesidades que he tratado de exponerles, las soluciones ya realizadas y las que se dibujan en este vasto dominio de la conmutación telefónica. Puede decirse, de una manera muy general, que esta técnica se desplaza de las soluciones mecánicas hacia soluciones de más en más eléctricas; y ese desplazamiento implica considerables trabajos de laboratorio. Tanto que yo creo poder concluir repitiendo mi cita del principio:.

“La conmutación telefónica cesa hoy día de ser un arte para volverse una ciencia”.

Que me sea permitido sin embargo anhelar que para la felicidad de los científicos, la conmutación no cese del todo de ser un arte. El arte, es la sal de la ciencia, y para los científicos como para los demás, no es agradable comer su pan sin sal.