

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

Revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 53 (1978) NUMERO 4

La evolución hacia las redes telefónicas totalmente digitales. Planes de atenuación y comportamiento, por <i>M. E. Collier, G. Williams y S. M. Schreiner</i>	288
Diseño de la programación hombre-máquina en sistemas modernos de conmutación con control por programa almacenado, por <i>V. Carruet y C. Vander Straeten</i>	300
Calidad de transmisión en las centrales privadas automáticas UNIMAT, por <i>H. Faigle, K. Széchényi, G. van de Ven y J. Zanzig</i>	309
Aparato telefónico de manos libres con volumen controlado perteneciente a la familia INTERMAT, por <i>M. Slawik y H. Wiedmann</i>	319
Una jaula de polarización de tamaño reducido para antenas del VOR-S, por <i>H. O. Berner</i>	325
Sistema de pupitres de indexación vídeo, por <i>A. Raes y H. Verhoeven</i>	331
Equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres, por <i>K. Moens y R. Terry</i>	337
Sensibilidad de los micrófonos de carbón para voces reales, por <i>G. J. Barnes, M. S. Hurley y R. V. Stockwell</i>	346
Nota de Investigación y Desarrollo: Equipo de medida MFC-R2 para mantenimiento, por <i>G. del Aguila</i>	354
Nuevas realizaciones	357

Editor principal: Pierre Mornet

Director en Español: J. A. Gómez García, José Ortega y Gasset, 22-24, Madrid-6 (España)

La evolución hacia las redes telefónicas totalmente digitales. Planes de atenuación y comportamiento

Estudiando los problemas de transmisión que pueden surgir durante el dilatado período de transición hasta llegar a las redes totalmente digitales, se han podido establecer estrategias de introducción de centrales digitales, de tal forma que se minimice cualquier reducción de la calidad de transmisión durante el período de estructura analógica-digital mixta.

M. E. COLLIER

G. WILLIAMS

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

S. M. SCHREINER

International Telecommunications Center, Bruselas, Bélgica

Introducción

En la actualidad, casi todas las centrales que forman parte de las redes telefónicas públicas utilizan conmutación analógica, interconectándose con los sistemas de transmisión a nivel de la banda de frecuencias vocales. Las centrales locales (tanto urbanas como terminales) efectúan la conmutación a 2 hilos, conectándose directamente al circuito de abonado, también a 2 hilos. Se puede introducir a voluntad una cierta atenuación en cada central, habiendo desarrollado las distintas Administraciones Telefónicas del mundo los correspondientes planes de atenuación para sus redes respectivas, siempre dentro de los límites genéricos impuestos por las Recomendaciones del CCITT. Los caminos recorridos por la comunicación en el interior de la central son siempre metálicos, con muy poca distorsión, con lo que la calidad de una conexión establecida entre dos centrales de la red viene dictada principalmente por el tipo de sistema de transmisión que se haya empleado.

Ahora bien, en el futuro las redes digitales van a ofrecer una mejora considerable de la calidad de transmisión, alcanzándose así cotas más altas en el grado de satisfacción de los abonados, aunque durante el inevitable largo período de transición, en el que convivirán técnicas analógicas y digitales, habrá que prestar una atención especial a la especificación de centrales digitales y a la planificación de redes. Por primera vez se introducen vías a 4 hilos dentro de una central local. En los caminos de conmutación podrá haber asimismo codificadores y filtros digitales, los cuales inevitablemente llevan aneja una fuente de distorsión. La atenuación, o la ganancia, sólo se puede introducir en las centrales urbanas en aquellos casos en que se desee mantener una transparencia de extremo a extremo para los datos digitales.

Este artículo trata de los problemas y de las degradaciones de la calidad de transmisión que pueden surgir en las futuras redes digitales, considerando distintos esquemas de evolución de la red, y analizándolos desde el punto de vista de la calidad subjetiva percibida por los abonados. Se recomiendan ciertas estrategias para la introducción de sistemas digitales, las cuales son compatibles con las consideraciones económicas y minimizan cualquier empeoramiento respecto de las normas existentes, durante el período de transición.

Planes de atenuación para una red totalmente digital

La integración de la conmutación y de la transmisión proporcionará al abonado una mejor calidad, principal-

mente originada por una reducción de la atenuación, sobre todo en conexiones interurbanas. No obstante, hasta que llegue el día en que la transmisión digital a 4 hilos alcance al aparato de abonado, habrá que tener en cuenta ciertos requisitos de atenuación forzados por el bucle a 4 hilos, requisitos que a su vez dependen de si la conexión digital es urbana o interurbana.

Conexiones interurbanas

La atenuación en las conexiones interurbanas está condicionada por la estabilidad del bucle y por el eco percibido por la persona que habla, tal y como se establece en las Recomendaciones del CCITT.

La Recomendación G.122 establece que la atenuación entre los puntos de conmutación virtual a 4 hilos, a lo largo de la vía de ida y vuelta, y a través de la primera terminación 2/4 hilos no debe ser inferior a $(6+n)$ dB, en donde n es el número de circuitos a 4 hilos de la cadena nacional (asignándose 1 dB por eslabón de la cadena para tener en cuenta las posibles inestabilidades de nivel). En una conexión totalmente digital, n de hecho es cero, con lo que el límite queda en 6 dB. Si se supone que en determinadas circunstancias la pérdida de retorno en la unidad de terminación puede llegar a ser cero, resulta que la atenuación interurbana mínima es 6 dB.

La Recomendación G.131b (modificada) del CCITT establece la relación subjetiva entre el equivalente de referencia de la trayectoria del eco y el tiempo medio de propagación en uno de los sentidos, de forma que se satisfaga el requisito exigido por el CCITT de que el porcentaje de opiniones desfavorables por parte de los abonados sea inferior al 1%. Dicha relación, en forma gráfica, se ha reproducido en la figura 1, habiendo añadido (línea de trazo discontinuo) la curva correspondiente a una conexión totalmente digital, suponiendo una estabilidad de atenuación caracterizada por una desviación típica de 0,5 dB, y referida al tramo comprendido entre los dos extremos a frecuencia vocal de la conexión. En la confección de este gráfico se han tenido en cuenta los valores estadísticos de los equivalentes de referencia de las líneas de abonado, el tiempo de propagación en la red y la pérdida de retorno para el eco.

Para unas condiciones que se pueden considerar como próximas a la situación límite que típicamente se pueda presentar en Europa (conexión de 1800 km, central local adyacente, un bucle corto de abonado con 2 dB de equiva-

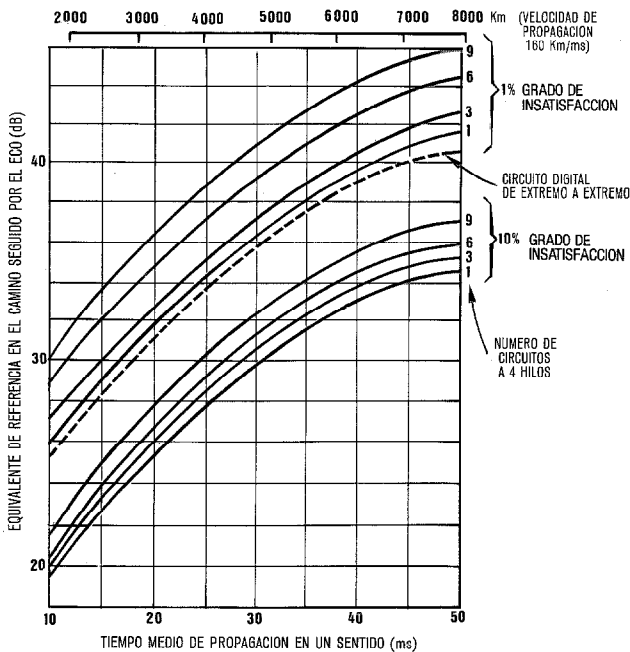


Fig. 1 Equivalente de referencia para el eco, según el porcentaje de insatisfacción, en función del tiempo medio de propagación en un sentido y el número de circuitos a 4 hilos, incluyendo una conexión digital de extremo a extremo.

lente de referencia de transmisión más recepción y un valor de pérdida de retorno* de 11 dB con 3 dB de desviación típica) la figura 1 muestra que es satisfactoria una atenuación de 6 a 7 dB entre los extremos de la conexión, como también queda indicado en la parte superior de la tabla 1. Quizás en ciertas ocasiones los equivalentes de referencia de transmisión y recepción (ERT y ERR) del bucle de abonado resulten ser inferiores a 2 dB, y aunque este hecho probablemente no justificará el abandono de la naciente norma de 6 a 7 dB, pone sin embargo de manifiesto la necesidad de controlar el retardo absoluto introducido por los conmutadores digitales.

En Norteamérica se ha planificado la red digital para una atenuación de 6 dB. Dado que dejará de aplicarse el plan VNL (via net loss), que actualmente minimizaba el efecto del eco a base de introducir una atenuación basada en la longitud de la ruta [1], puede que sea necesario introducir supresores de eco en un número mayor de conexiones interurbanas que en la actualidad. Subjetivamente, desde el punto de vista de atenuación, una atenuación para una conexión interurbana (entre centrales locales) de 6 a 7 dB es preferible a los valores típicos actuales comprendidos entre 8 y 23 dB. Con esto se obtienen valores del equivalente de referencia total próximos a los valores óptimos, desde el punto de vista de mínima dificultad para el abonado, tal como se discute más adelante.

Conexiones dentro de la central local

En las centrales analógicas actuales la atenuación en la central es casi cero (típicamente 0,5 a 1,5 dB). Si se requi-

* La pérdida de retorno para el eco se mide en una parte restringida de la banda de audio (Recomendación G. 122 del CCITT).

riera en una central digital a 4 hilos (véase Fig. 2, que muestra un diagrama simplificado) la misma atenuación, surgirían una serie de problemas potenciales, tanto de naturaleza subjetiva como objetiva

- canto, o condiciones próximas al canto en el extremo que escucha
- degradación del efecto local en el extremo que habla
- ondulación de atenuación
- distorsión de datos por eco
- peor impedancia de terminación en el extremo distante.

Una medida muy útil de la calidad de funcionamiento viene dada por el margen de canto, definido como la atenuación mínima a lo largo del bucle, dentro de la banda de frecuencias transmitidas, medida en circuito abierto y manteniendo las condiciones de impedancia. Es importante la determinación subjetiva de cuáles son los márgenes de canto requeridos en el bucle a 4 hilos. Experimentos recientes llevados a cabo por la ATT [2] indican la necesidad de un margen de canto de 10 dB cuando los retardos son del orden de 2 a 4 ms. Por otra parte, otros experimentos realizados por otra compañía de explotación americana [3] apuntan a un valor de 8 dB (6dB para retardos de hasta 2 ms). Unas pruebas realizadas por los autores indican que apenas se nota diferencia en la calidad dentro de un margen de 6 a 8 dB. Por todo ello, parece que el valor de 8 dB es un valor mínimo razonable cuando se está manteniendo una conversación.

Con independencia del efecto subjetivo sobre la señal de voz humana, de igual o quizás mayor importancia son los requisitos de distorsión de datos por eco, que por supuesto varían con la velocidad y tipo de modem utilizado. El British Post Office ha propuesto [4] una relación señal/eco (a lo largo de toda la banda del modem) de 18 dB para un modem de 1200 baudios sin igualación.

A la hora de lograr un margen de canto adecuado, se llega a un compromiso entre pérdida de inserción (entre los puntos a 2 hilos) y la pérdida de retorno. En consecuencia, cuanto menor sea la atenuación introducida por la central, mejor habrá de ser el equilibrado de la pérdida de retorno. Sin embargo, no es probable que se pueda obtener un margen de canto adecuado (por ejemplo, 8 dB) para una central con atenuación casi cero entre los puntos a 2 hilos, con los bucles de abonado y redes de equilibrio convencionales, ya que el bucle de abonado suele ser muy variable y generalmente sus características no están muy bien definidas. Entre las soluciones que se pueden dar al problema están el añadir atenuación, mejorar el equilibrio de impedancias

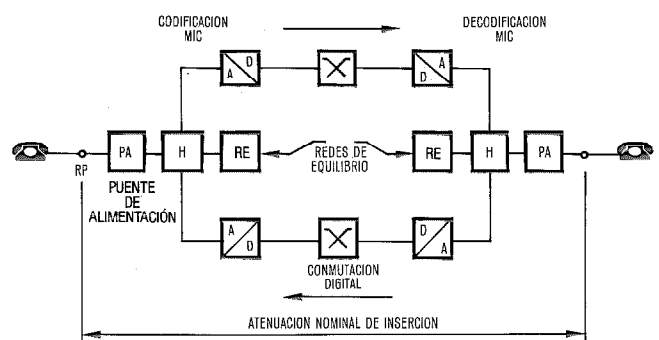
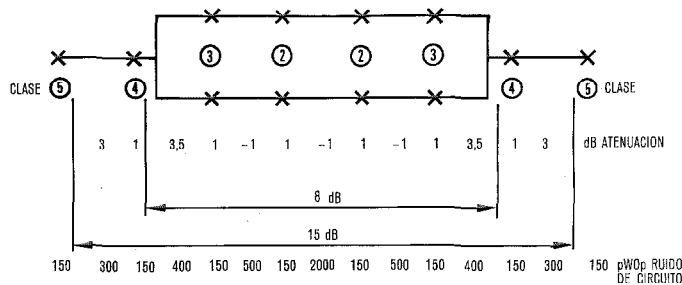


Fig. 2 Esquema básico de la transmisión en una central totalmente digital.

Tabla 1 – Estimación de las degradaciones en distintas configuraciones de red interurbana, con un típico plan de transmisión convencional en el caso de red totalmente analógica

	a		b		c		d		e		Observaciones Digital entre
Conmutación	Totalmente analógica		Totalmente digital		Totalmente digital		Totalmente analógica		Digital en clase 4		
Transmission	Totalmente analógica		Totalmente digital		Totalmente analógica		Totalmente digital		Totalmente clases 5 y 4		
Retardo en el bucle (ms)	24*		21		33*		17,5*		26,5		* Peor caso para 5 y 4 adyacentes
Atenuación de la conexión entre centros clase 5, en dB (mín.)	10		6		10		10		8		5 y 4 adyacentes
Equivalente de referencia total para el eco, en dB (mín)	31		25		31		31		29		Pérdida de retorno de eco = 11 dB en 4. 5 y 4 adyacentes
Probabilidad de eco molesto	<1% (1 dB)		1%		>1% (2 dB)		<1% (3 dB)		>1% (2 dB)		Recomendación G.131 del CCITT
Porcentaje de dificultad atribuible a	Máx*	Med	Máx*	Med	Máx*	Med	Máx*	Med	Máx*	Med	* Planta de abonado: { (máx) = 14 dB (med) = 6 dB (mín) = 2 dB
- Atenuación	20,5	7,9	7,1	2,8	20,5	7,9	20,5	7,9	7,9	3,0	
- Atenuación + ruido de circuito	28,4	10,7	7,5	2,8	27,3	10,9	25,1	10,2	9,6	4,0	
- Atenuación + distorsión lineal	26,4	10,8	8,0	3,8	29,0	12,0	26,4	10,8	10,0	5,0	
- Atenuación + ruido de cuantificación	-	-	7,1	2,8	20,9	8,0	20,7	8,0	7,9	3,0	
Estimación de dificultad combinada	33,3	13,5	8,3	3,8	35,4	15,0	30,8	13,1	17,1	6,0	[23]
% "excelente" y "bueno" para atenuación y ruido de circuito	28	46	78	93	30	57	36	63	64	87	Véase la figura



(según la categoría de la línea, como se explica más adelante), o introducir técnicas de cancelación adaptativa o de auto-equilibrio. En Norteamérica, la ATT prefiere una atenuación en la central casi cero [5], proponiendo el uso de redes de equilibrio mejores, para bucles de abonado cargados y no cargados, respectivamente [6]. Esta conclusión se apoya en una investigación realizada en la red norteamericana [3] que ha dado lugar a los valores de componentes de la red de equilibrio, ligeramente diferentes, incorporados en el sistema DSS-1 de IIT-North.

No obstante, muchas Administraciones prefieren introducir una atenuación adicional, en lugar de realizar una evaluación tan detallada de las características de sus bucles

de abonado, o enfrentarse a las complicaciones de las otras soluciones mencionadas anteriormente. En la tabla 2 aparecen los valores propuestos provisionalmente por algunas Administraciones. La razón por la cual dichos valores no son iguales hay que buscarla, en cierto modo, en las diferencias que hay entre las distintas distribuciones nacionales de los equivalentes de referencia de la planta de abonado, analizándolas desde el punto de vista del efecto de la sonoridad total sobre las opiniones de los abonados. En la figura 3 se muestra la relación existente entre el equivalente de referencia total de una conexión y el porcentaje de opiniones de abonado "bueno o mejor", para distintos valores del ruido del circuito, basándose en datos del CCITT

Tabla 2 – Valores propuestos provisionalmente para la atenuación de la red digital

Administración	Atenuación de la red (dB)		
	A través de la red interurbana	Dentro de la propia central local	Entre centrales locales
Reino Unido	6	6	6
Francia	7	7	7
Suiza	6,5	6,5	6,5
Italia	7	3,5*	7
Países Escandinavos	6	3	3
Canadá	6	2**	3
ATT	6	0 (nominal)	3

* Con una central local híbrida analógica/digital.
 ** Valor actual. Se espera que cambie a un valor nominal de cero.

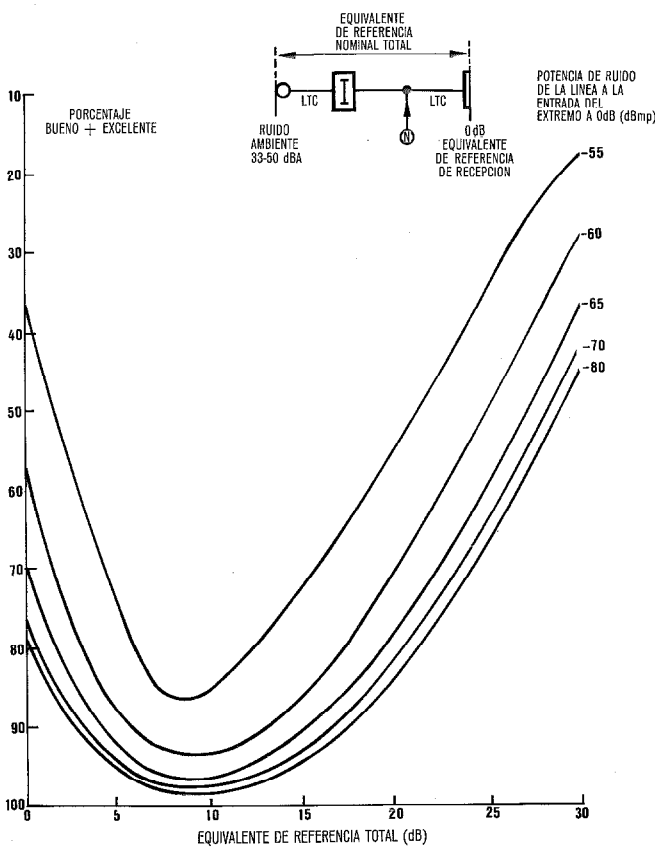


Fig. 3 Porcentaje de opiniones “bueno” + “excelente” en función del equivalente de referencia total, con el ruido de línea como parámetro.

[7]. Cuando el ruido es pequeño o moderado, los abonados prácticamente no reaccionan ante cambios en el equivalente de referencia entre 5 y 12 dB, estando el óptimo centrado en unos 8 dB. En la figura 4 se presentan algunos equivalentes de referencia de la planta de abonado (bucle de abonado, incluyendo el aparato telefónico), bajo la forma de distribuciones acumulativas. Las curvas corresponden a tres redes nacionales, basándose en datos publicados, en el caso del Reino Unido [8], y en las características del aparato telefónico junto con los datos estadísticos sobre bucles de abonado, en el caso de las redes de la ATT

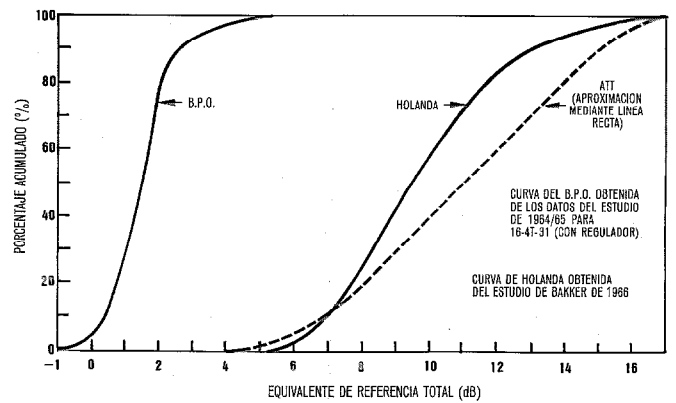


Fig. 4 Distribución acumulativa del equivalente de referencia total para las redes de abonados de las Administraciones del Reino Unido, Holanda y ATT.

[9, 10] y de Holanda [11]. Analizando estas dos figuras se puede apreciar que en el Reino Unido la mayoría de las conexiones abonado – abonado (dentro de la misma central local) tienen un equivalente de referencia inferior al óptimo (el 90% es inferior a 2,5 dB), y que se podría mejorar añadiendo a la conexión una atenuación de hasta 6 dB. En los Estados Unidos la situación es distinta, ya que en este caso el abonado medio, con una atenuación en la central casi cero, tendría un equivalente de referencia próximo al valor óptimo, con lo que la introducción de una atenuación adicional no haría sino reducir el porcentaje de opiniones “bueno o mejor”, tal y como se discute en un artículo de los Bell Laboratories [12]. El caso de la red holandesa representa en cierto modo una situación intermedia entre ambos extremos.

La introducción de atenuación en una central local tiene la ventaja de que la impedancia de entrada en un lado de la central depende menos de las condiciones de impedancia en el otro lado, y depende fundamentalmente de la impedancia de terminación a 4 hilos de la central (en cada rama del bucle). En consecuencia, se puede conseguir una adaptación aproximada con las impedancias del bucle de abonado, lo cual puede ser necesario para evitar una disminución indeseable de la atenuación del efecto local.

Conexiones entre centrales locales

Si se adopta la misma atenuación para conexiones interurbanas y para conexiones dentro de la misma central, entonces lógicamente se adoptará el mismo valor para todas las conexiones entre centrales locales.

En los casos en que se piensa en una atenuación inferior para las conexiones dentro de la misma central, resulta aconsejable tratar de la misma manera todas las conexiones locales, a fin de reducir el contraste de atenuación entre distintas conexiones. Sin embargo, una atenuación próxima a cero da lugar a mayores problemas, pues es mayor el retardo de propagación, prefiriéndose un valor mínimo de 3 dB, según ha propuesto la ATT (ver tabla 1).

Más adelante, cuando se discuta la degradación en la transmisión MIC, se verá que toda la atenuación de la conexión se debe insertar normalmente en el camino de recepción de la central local. La localización exacta dentro de

la central influirá en cierta medida en la distorsión de cuantificación y en el ruido de canal no ocupado; probablemente el lugar óptimo sea a la salida del decodificador. Sin embargo, cuando el valor de la atenuación que se ha de insertar depende del encaminamiento que se haya dado a la llamada y se necesitan atenuadores conmutables controlados por procesador, puede ser preferible económicamente insertar la atenuación en una vía digital común, basándose entonces el control en el principio de "tiempo compartido". Se hace también necesario el control de la clase de servicio, para que la atenuación digital no se aplique a un intervalo de tiempo asignado a la transmisión digital de datos, para no destruir la transparencia de bitios. Un plan de atenuaciones fijas tiene por tanto la ventaja de que no requiere ningún tipo de atenuación conmutable.

Planes de atenuación para redes mixtas analógicas/digitales

A lo largo de los párrafos precedentes se han examinado los planes de atenuación para aquellas redes en que todas las centrales y vías de transmisión son digitales, a 4 hilos. Sin embargo, las centrales digitales tendrán que interconectarse con las centrales y medios de transmisión analógicos existentes. A menudo incluso habrá que conservar por razones económicas los enlaces de transmisión a 2 hilos. La existencia de las redes mixtas así constituidas probablemente se prolongará por muchos años, por lo que es de gran importancia el analizar sus características de transmisión, y las posibles limitaciones en la planificación a que puedan dar lugar.

Conexiones interurbanas

En la mayoría de los casos, los circuitos existentes entre centrales interurbanas serán circuitos a 4 hilos obtenidos a partir de sistemas de portadoras MDF (múltiplex por división de frecuencia), introduciendo cada central intermedia una pequeña atenuación, y con una atenuación de 3 a 4 dB en cada central primaria, para cumplir la Recomendación G. 122 del CCITT, relativa a estabilidad. El efecto de la introducción de centrales digitales será únicamente la supresión de la pequeña atenuación (típicamente 1 dB) de los centros primarios a 2 hilos. Las posibles degradaciones debidas a las conversiones analógico/digital en tandem se discuten más adelante.

Conexiones en la red local

En la red de enlaces locales surge una serie de problemas cuando las centrales digitales se interconectan con centrales analógicas (locales o tandem) a 2 hilos, o a través de enlaces a 2 hilos. Unas cuantas configuraciones típicas aparecen en la figura 5. Los enlaces a 2 hilos existentes pueden tener una atenuación de varios decibelios que junto con la atenuación de 3 a 7 dB que a menudo se va a presentar en la central digital (como se discutió anteriormente), puede dar lugar a una atenuación total inaceptable. Además, algunas de las configuraciones implican dos o más bucles a 4 hilos en tandem, la cual crea una situación especialmente difícil.

En la mayoría de los casos, la impedancia de un enlace que tiene un atenuación de varios decibelios será mejor que la de un bucle de abonado. Elijiendo cuidadosamente una

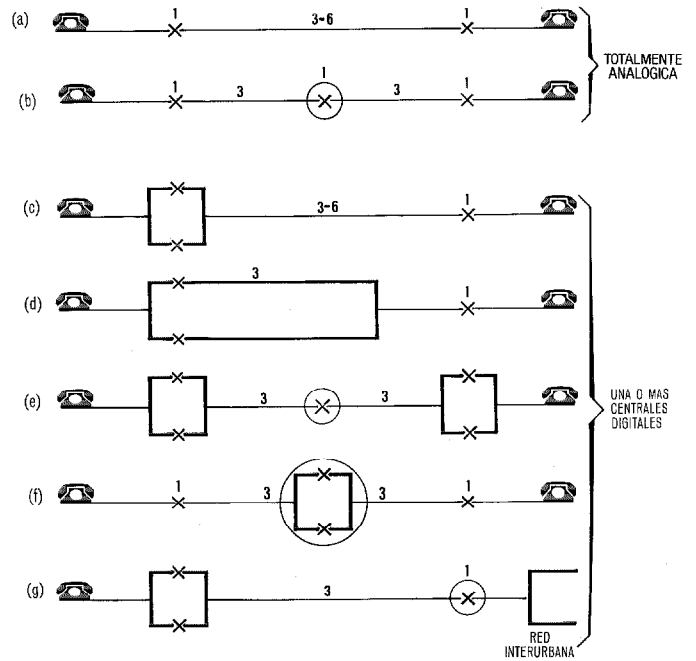


Fig. 5 Red local. Configuraciones típicas.

NOTA: Las cifras indican las atenuaciones en dB. No se muestra la atenuación de la central digital (véase el texto). Se han trazado círculos alrededor de las centrales tandem e interurbanas primarias.

red de equilibrio adecuada (o mediante técnicas de cancelación adaptativa o de auto-equilibrio como antes se mencionó para el caso del bucle de abonado) se ha de obtener una pérdida de retorno que permita que la atenuación de la central digital sea de sólo 1 a 2 dB, entre puntos a 2 hilos, incluso en aquellas redes en las que se haya decidido utilizar normalmente una atenuación mayor en la central local. De esta forma, la atenuación de la central digital junto con el enlace a 2 hilos puede reducirse a un valor igual o ligeramente superior al caso de una central analógica a 2 hilos. La forma de conseguirlo es relativamente sencilla, sin que haya que modificar la propia central digital, tan sólo ajustando dos niveles en el múltiplex MIC asociado, con la única limitación de que no se produzca una sobrecarga en los codificadores. En la práctica quizás lo más fácil es preajustar por igual todos los múltiplex y luego introducir un atenuador adicional en los enlaces de poca atenuación, con un mínimo de por ejemplo 2 dB. En la figura 6 se ilustra el caso correspondiente a una central local digital normalmente ajustada a una atenuación de 3 dB.

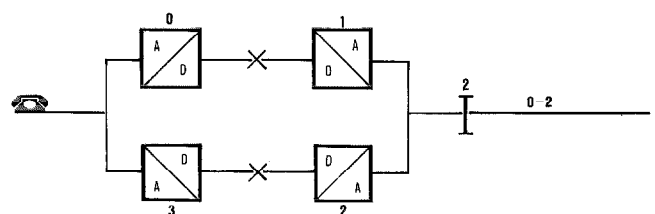


Fig. 6 Ejemplo de ajuste de niveles en un múltiplex MIC asociado con redes de atenuación complementaria para enlaces de baja atenuación.

El caso de dos enlaces a 4 hilos en tandem es especialmente interesante. En primer lugar, el efecto de ondulación atenuación-frecuencia de cada bucle a 4 hilos puede sumarse en fase y dar como resultado una ondulación de doble número de decibelios, independientemente de la atenuación que se inserte entre los dos bucles. Unos experimentos subjetivos similares a los ya descritos indican que se requiere para cada bucle un margen de canto de unos 11 dB, en vez de 6 dB. Por otra parte, la pérdida de retorno mirando al lado a 2 hilos de una central a 4 hilos de baja atenuación, puede ser negativa, es decir, el voltaje de la señal reflejada puede ser superior al de la señal incidente, dando lugar a inestabilidad cuando se interconectan dos bucles a 4 hilos que, cada uno por su lado, eran estables. En la figura 7 se representa la dependencia de la pérdida de retorno con la atenuación de la central y el equilibrio de la terminación, apreciándose que pueden existir valores negativos de la pérdida de retorno (Z_a comparada con Z_{11}) y que dan lugar a que haya que establecer unos requisitos mínimos de atenuación de la conexión a 2 hilos para mantener la estabilidad global. Obsérvese que si hubiera un tercer bucle a 4 hilos, como consecuencia de un circuito interurbano sobre sistemas de portadoras, probablemente no empeoraría el problema, ya que introduciría atenuación y cambios de fase. Si volvemos ahora a la figura 5g, resulta evidente que la estabilidad y la atenuación del eco de la red nacional, visto desde el punto internacional a 4 hilos, pueden verse seriamente afectadas por una pérdida de retorno negativa en el lado de enlace de la central local terminal. La forma de evitarlo es mediante la inserción de atenuadores ya descrita.

Centrales digitales combinadas local/tandem/interurbanas

En estas centrales habrá que establecer conexiones a través de la misma matriz de conmutación digital a una serie de interfaces analógicas o digitales, apareciendo una serie de problemas similares a los que surgen en las redes mixtas y que anteriormente se han descrito. Más adelante se anali-

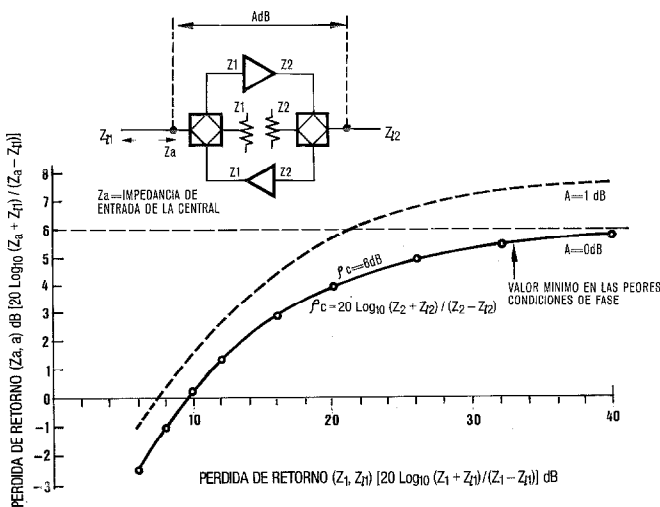


Fig. 7 Pérdida de retorno mirando hacia la puerta de entrada a la central (Z_a con Z_{11}) en función de la pérdida de retorno (Z_1 con Z_{11}) en la impedancia terminal para $q = 6$ dB en las peores condiciones de fase, con las pérdidas A de la central como parámetro.

zan distintas propuestas para minimizar la atenuación adicional y la complejidad, en el apartado "Plan de atenuación propuesto".

Degradación de la señal MIC

Desde hace muchos años existen unas normas de funcionamiento para la transmisión MIC, ya sea bajo la forma de Recomendaciones del CCITT (especialmente la G.712) o de especificaciones nacionales, por lo que hay obvias ventajas en la adopción de las mismas normas para el proceso MIC asociado con la conmutación digital. Sin embargo, el comportamiento resultante es diferente del conseguido con centrales analógicas convencionales, cuyos objetivos no se pueden lograr con los conmutadores MIC. Por ello es necesario analizar las degradaciones MIC y las especificaciones de la central digital dentro del contexto del comportamiento subjetivo de las conexiones abonado - abonado encaminadas a través de distintas combinaciones de equipos digitales y analógicos.

Factores de calidad de funcionamiento en cada central

Las degradaciones de la señal MIC que afectan a una central aislada se resumen en:

- ruido de canal desocupado
- limitaciones del margen dinámico
- diafonía inteligible
- interferencia de la red de alimentación
- estabilidad de nivel.

Ruido de canal desocupado

El ruido de canal desocupado de un circuito MIC normal representa una contribución despreciable a los valores típicos de ruido de una línea analógica, y en el caso de centrales locales cumple con todos los requisitos de ruido de la línea de abonado excepto en algún caso especialmente exigente. Un ejemplo de caso "exigente" es la especificación de la ATT [13] para ruido sofométrico (en el aparato de abonado) de 16 dB_{rnc}* como máximo, mientras que las especificaciones MIC actuales de la ATT establecen un máximo de 23 dB_{rnc0}*. Las recomendaciones del CCITT para centrales nacionales e internacionales establecen que la contribución de ruido máximo sea de -67 dB_{m0p}.

Limitación del margen dinámico

Un sistema MIC, por su propia naturaleza, implica una limitación en el margen dinámico, siendo ésta una diferencia fundamental entre un conmutador MIC y uno convencional. Las pruebas subjetivas han indicado [13] que el abonado tolera bastante bien el recorte de los picos de la señal, pero no obstante hay que prestar el cuidado debido a los niveles relativos dentro del sistema para así aprovechar al máximo el margen dinámico.

En la actualidad, los sistemas MIC se especifican para un nivel máximo de entrada de +3,1 dB_{m0}, basándose en la distribución estadística de niveles de potencia de la voz a la

* 16 dB_{rnc} \approx -74 dB_{mp}
23 dB_{rnc0} \approx -67 dB_{m0p}

salida de una central local analógica. Estos niveles se aplicarían igualmente al caso de una central digital, con la excepción de la atenuación introducida por la central (alrededor de 1 dB). Por lo tanto, la atenuación que sea necesaria por razones de estabilidad se puede insertar en la vía de recepción, con lo que el punto a dos hilos a la entrada de la central estará al mismo nivel relativo que la entrada al codificador, es decir, 0 dB. Con esto se tiene también una ventaja operacional y de conservación dado que se mantiene la definición normalizada de nivel de emisión de 0 dB, evitándose cualquier confusión que pudiera surgir si se utiliza una definición distinta. No obstante en algunos lugares, o en relación con centralitas privadas (que utilicen teléfonos no regulados en bucles cortos), los niveles estadísticos de potencia de la voz en el repartidor principal pueden ser superiores, con lo que se requiere la inserción de una cierta cantidad de atenuación en la vía de emisión, antes del codificador, como en el caso del diseño de la centralita digital CDSSI del British Post Office [14].

En el otro extremo del margen dinámico puede darse recorte en la parte central, pero los sistemas MIC actuales proporcionan un margen suficiente en la central local para poder manejar cualquier abonado excepto áquellos de potencia muy débil, en conexiones internacionales cerca del límite. Sin embargo, este fenómeno puede dar lugar a serias limitaciones en relación con centralitas privadas digitales.

Diafonía inteligible

Dentro del ámbito de la central local puede surgir el fenómeno denominado "diafonía social", es decir, la diafonía que aparece siempre entre la misma pareja de abonados. Aparece con alguna frecuencia a través de caminos de transmisión que sufren un reforzamiento de la diafonía por causa de la transmisión MIC. El abonado que escucha acaba por acostumbrarse a la forma de hablar del abonado que interfiere, con lo que la diafonía que normalmente sería ininteligible se convierte en inteligible. Un análisis de los resultados de pruebas subjetivas, bajo distintas condiciones de ruido ambiente y de circuito [15, 16] indica que se necesitan valores del orden de 70 a 75 dB, por lo que el valor de 65 dB recomendado en la G. 712 puede considerarse como no satisfactorio.

Interferencia de la red

Los voltajes de interferencia producidos por la red de alimentación, aun siendo suficientemente bajos para cumplir las recomendaciones del CCITT sobre nivel sofométrico (-64 dBmp), pueden dar lugar a ruido de cuantificación en la banda de voz que, por lo tanto, es más fácilmente percibido. Para evitarlo puede ser necesario un filtrado paso-alto especial, (teniendo en cuenta las posibles repercusiones en la distorsión atenuación-frecuencia) que se discute más adelante.

Estabilidad de nivel

Las variaciones de nivel entre diferentes parejas conmutadas de codificador-decodificador y a lo largo de dilatados períodos de tiempo deben ser mínimas para cumplir las recomendaciones del CCITT de una desviación típica infe-

rior a 0,2 dB para las variaciones de atenuación de las conexiones establecidas a través de la central, y de mantener la estabilidad en una central de atenuación nominal cero. En este caso también puede ser importante la variación de ganancia al cambiar el nivel de entrada (efecto de seguimiento).

Factores de calidad de funcionamiento en la red

Las degradaciones de la señal MIC que pueden ser importantes en una conexión que incluye múltiples conversiones analógico-digitales, se resumen en:

- distorsión de cuantificación
- distorsión atenuación-frecuencia
- retardo total
- distorsión de retardo de grupo.

Los tres primeros fenómenos pueden afectar a la calidad global de la conexión telefónica a través de su efecto sobre la calidad subjetiva de la transmisión de la palabra, pudiéndose expresar en función de la satisfacción del abonado, de forma similar a los casos de ruido y atenuación que se han estudiado anteriormente. La distorsión de retardo de grupo es importante en el caso de transmisión de datos en la banda de frecuencias vocales, tal y como ya se ha constatado con los modems actuales.

Distorsión de cuantificación

El comportamiento de un equipo MIC se puede especificar en función de la relación señal-potencia total de distorsión (R dB) con una señal gaussiana de prueba, como se indica en la Recomendación G. 712 del CCITT (método 1), dependiendo el valor de R del nivel de la señal de entrada. Los valores de R para un circuito que conste de varios equipos MIC en tandem con interfaces analógicos se pueden calcular sumando las potencias, y teniendo en cuenta las pérdidas en la conexión entre equipos. Si se quiere relacionar estos valores con el comportamiento que se puede esperar para señales de voz, hay que considerar la distribución estadística de niveles de potencia de las sílabas y su contribución relativa a la inteligibilidad total. Richards ha expuesto [17] un método excelente para el análisis de la transmisión MIC. Resumiéndolo, este método combina las contribuciones de las sílabas individuales al valor de R con una ponderación que depende de su nivel de potencia relativa y frecuencia de aparición, dando una relación señal de voz - potencia de distorsión (Q dB). La figura 8 muestra los resultados de los cálculos de los valores de R y Q para una conexión a través de 8 conmutadores digitales con interfaces analógicos (un caso muy extremo), en función del nivel de potencia medio de entrada de la voz humana, y suponiendo un comportamiento del codificador MIC individual de aproximadamente 3 dB dentro de los límites de la G. 712. La relación entre los valores de R y Q refleja la tolerancia de los abonados que escuchan al recorte de los picos de la señal, y la relativamente grande contribución a la calidad de los ruidos de bajo nivel, como se mencionó anteriormente.

Unas pruebas de laboratorio basadas en un aparato denominado Unidad de Ruido Modulado de Referencia (URMR) [18] que genera lo que podría llamarse una Q' equivalente a la relación entre señal de voz práctica y po-

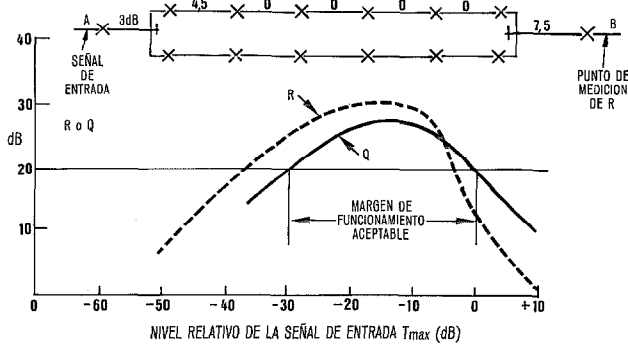


Fig. 8 Características Q y R para una conexión que contiene 8 conmutaciones MIC, con atenuación y transmisión analógica intermedia.

tencia de distorsión, han establecido una relación entre los valores de Q y un ruido de circuito continuo, subjetivamente equivalente [19, 20]. Experimentos más recientes llevados a cabo por la ATT sobre codificadores para modulación delta adaptativa [2] para determinar la relación con Q' , han confirmado la importancia de esta técnica para calificar sistemas que generan ruido como el de cuantificación.

Basándose en la relación entre los valores de Q y del ruido de circuito continuo, se puede indicar como orientación que unos valores de Q por encima de 20 dB tienen un efecto despreciable sobre la calidad de la señal de voz transmitida. Se tiene así un medio para determinar el margen óptimo de niveles medios de entrada de potencia de voz en el extremo origen del circuito, como se ilustra en el ejemplo de la figura 8.

Distorsión atenuación-frecuencia

La limitación en la anchura de banda impuesta por el proceso de filtrado en el equipo MIC suele ser más severa que la que pueda aparecer en otras partes de la red, aunque esta última puede variar mucho en la práctica. La degradación subjetiva de la calidad de la voz transmitida debida a las características atenuación-frecuencia típicas del MIC ha sido evaluada por el British Post Office, desde el punto de vista de disminución de la atenuación de inserción en comparación con una vía equivalente sin limitaciones de anchura de banda [21]. La ATT también ha determinado [22] el efecto de la limitación de la anchura de banda en los límites superior e inferior de la banda de conversación. Los resultados indican una disminución sustancial de la calidad de transmisión cuando la frecuencia de corte inferior pasa de 200 Hz a 400 Hz. En consecuencia, hay que tener cuidado en la elección de las características del filtro necesario para eliminar la interferencia de la red de alimentación.

Partiendo de las observaciones del British Post Office (que los autores han utilizado en el análisis que sigue) los resultados típicos para un equipo MDF (múltiplex por división de frecuencia) conforme a la Recomendación G. 132 del CCITT indican una degradación correspondiente a 1 dB de atenuación para un equipo, y 3 dB para 12 equipos medios en tandem. El comportamiento de un equipo MIC

puede estimarse a partir de estos resultados. Hay cierta justificación para mejorar las características en comparación con la G. 712 en las centrales tandem e interurbanas, quizás relajando un poco la especificación en el lado de abonado de las centrales locales.

Retardo total

Los efectos de pequeños retardos en bucles a 4 hilos en la central local y mayores retardos en las conexiones interurbanas, se han discutido antes. El retardo en una línea digital conmutada más la codificación-decodificación MIC puede aumentar significativamente el retardo total en una conexión que pase por varias de estas centrales. El CCITT está estudiando valores entre 2 y 3 ms para el retardo en un bucle del medio de la banda, entre puntos analógicos en frecuencia vocal.

Distorsión de retardo de grupo

Este es un factor importante en la transmisión de datos en frecuencia vocal. Existe una gran discrepancia entre los límites especificados normalmente para las centrales analógicas y la transmisión MIC.

Algunas Administraciones han definido las características de distorsión de retardo de grupo para una conexión típica, con el fin de poder especificar el comportamiento de los modems de datos, utilizando las correspondientes redes de simulación para la prueba de modems. Parece lógico el proponer límites para centrales digitales tandem/interurbanas, incluyendo la conversión analógico-digital, de tal manera que sea poco probable que en una conexión típica las características sean peores que las mencionadas. Nótese que una central que cumpla la especificación actual de la ATT para sistemas MIC D2, contribuye considerablemente a la característica normal; cinco centrales de este tipo darían lugar a una distorsión de aproximadamente el doble.

El razonamiento anterior lleva a pensar que los valores D2 apenas si son aceptables para una central digital, si ésta funciona independientemente. Los límites de la Recomendación G. 712 del CCITT son aún más amplios, aunque las Administraciones europeas probablemente los aceptarían, pensando en una estrategia de introducción de transmisión y conmutación integradas.

Comportamiento global de la red

En la tabla 1 se examina el efecto combinado de algunas de las degradaciones atribuibles al sistema MIC (como se ha expuesto anteriormente) para distintas configuraciones de redes interurbanas, basándose en un plan convencional para el caso totalmente analógico, y en una atenuación de 6 dB para el caso totalmente digital. Se han calculado los valores para las opiniones de los abonados desde el punto de vista de porcentaje de dificultad atribuible a la atenuación (equivalente de referencia total), atenuación más ruido de circuito, atenuación más distorsión lineal (variación de la atenuación con la frecuencia), y atenuación más distorsión de cuantificación, junto con una estimación de la dificultad combinada basada en la aparición simultánea de varias degradaciones individuales [23]. Se muestran los

Evolución de redes

valores para los casos de equivalente de referencia máximo y medio de la planta de abonado, incluyéndose también el margen de atenuación con el 1% de probabilidad de que se dejen de cumplir los requisitos de eco, en el caso de mínimo equivalente de referencia de la planta de abonado.

Si se considera la calidad de la señal de voz recibida, se muestra que la configuración totalmente analógica y los casos extremos de hacer digitales todos los conmutadores, o toda la transmisión digital (columnas a, c y d respectivamente) dan resultados muy parecidos, con una cierta ventaja para el caso de transmisión digital. Como era de esperar, la red totalmente digital (columna b) ofrece una mejora considerable, mientras que gran parte de esta mejora se podría conseguir haciendo digitales los centros interurbanos primarios (centrales clase 4 en la denominación norteamericana) y extendiendo un circuito interurbano a 4 hilos hasta las centrales locales convencionales, mediante transmisión digital (columna e).

Si lo que se considera es la posibilidad de que aparezca un eco molesto en los casos en que toda la conmutación es digital (columna c) y los centros interurbanos primarios son digitales, se deja de cumplir por muy poco el requisito del 1% para la conexión de 1800 km que se ha supuesto. Teniendo en cuenta que por otra parte esta última configuración es la que ofrece un mejor comportamiento, se puede llegar a la conclusión que es preferible aceptar la penalización de tener que utilizar supresores de eco a una distancia ligeramente inferior.

Se podría construir una tabla parecida para una red local como la de la figura 5. Dicha tabla mostraría que en este caso la atenuación sería el factor dominante [24] y que tal como se discute en los epígrafes "Redes mixtas" y "Plan de atenuación propuesto", se pueden tomar las medidas necesarias para minimizar la atenuación adicional necesaria durante el período de transición para mantener la estabilidad del circuito.

Especificaciones de central

El análisis llevado a cabo en los párrafos anteriores, tanto en lo referente a degradaciones de la señal MIC como en las comparaciones con la conmutación convencional, pone de manifiesto la necesidad de unas nuevas especificaciones de transmisión para las centrales digitales, incluyendo la conversión analógica-digital. Tanto las Administraciones como el CCITT están estudiando este tema, especialmente dentro del ámbito de las cuestiones 1, 10 y 1 de las Comisiones de Estudios XI, XVI y XVIII del CCITT, respectivamente. Aunque todavía es muy pronto para decir qué normas resultarán, los autores de este artículo opinan que se necesitan unos límites más severos que los de la Recomendación G.712 en lo que se refiere a diafonía, estabilidad de nivel y supresión de interferencia de la red en las centrales locales; y en lo que se refiere a estabilidad de nivel, distorsión de atenuación y de retardo de grupo, en el caso de centrales tandem e interurbanas. Además, habría que minimizar el retardo total de las centrales interurbanas.

No entra dentro del ámbito de este artículo la consideración de degradaciones puramente digitales como por ejemplo la tasa de errores.

Plan de atenuación propuesto

Basándose en todas las consideraciones anteriores, se ha preparado un plan de atenuación. El plan, tal como se describe, se puede aplicar a la mayoría de las redes, aunque evidentemente pueden surgir consideraciones específicas en la aplicación a cada red nacional en particular.

Al redactar este plan se han tenido en cuenta las siguientes limitaciones:

- la introducción de la conmutación digital no debería degradar el comportamiento de la red actual durante el período de transición;
- la diferencia de atenuación entre distintas conexiones del mismo tipo debe ser mínima;
- la atenuación debe ser simétrica en ambas direcciones de una conexión (con una asimetría máxima, en caso necesario, de 3 dB);
- las tareas de explotación y administración deben ser simples y requerir un número mínimo de niveles diferentes para puntos de prueba en una central dada (idealmente, sólo un nivel para todas las terminaciones y, como máximo, dos niveles).

El plan de atenuación propuesto para la red digital final daría las siguientes atenuaciones:

Conexiones	Atenuación
Dentro de una central local	3 dB
Entre centrales locales, a través de rutas directas	3 dB
Tandem e interurbanas	6 ó 7 dB

Redes locales

La figura 9 muestra una serie de casos de aplicación en una red local. La atenuación de 3 dB se inserta a la salida del decodificador de la central local, a fin de optimizar el margen de niveles de código MIC para las entradas de señal de voz.

El valor de 3 dB de atenuación para las conexiones locales se ha elegido por las siguientes razones:

- esta atenuación proporciona en las llamadas locales un contraste mínimo para todas las llamadas dentro de un área local, tanto si se realizan dentro de una central o a través de más de una. Esta atenuación corresponde a la atenuación nominal típica entre centrales locales en la red analógica actual;
- la atenuación de 3 dB proporcionará un margen de canto superior a 6 dB, incluso en el caso de pérdida de retorno de 0 dB en ambos bucles de abonado, por lo que no se requieren redes de equilibrio diferentes según la longitud del bucle de abonado;
- la atenuación de 3 dB es sólo ligeramente superior a la que aparece en muchas centrales analógicas, y como se ha discutido en párrafos anteriores, mejorará el comportamiento de muchas redes.

Las figuras 9c y 9d muestran la situación cuando una de las dos centrales locales es una central analógica actual. Si se utiliza transmisión a 2 hilos hasta la central analógica existente, se inserta ganancia junto con redes de atenuación complementaria en el caso de enlaces cortos, para reducir la atenuación en la central a aproximadamente 1 dB, como se expuso anteriormente.

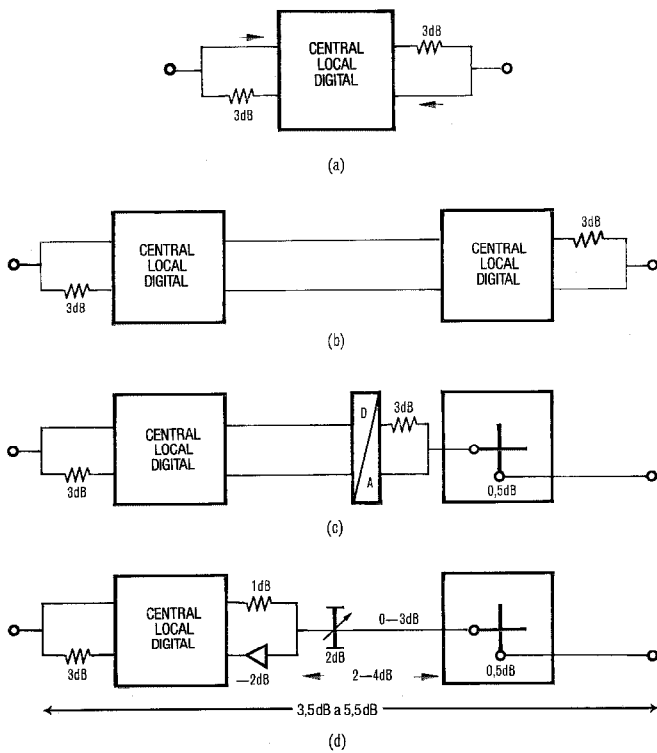


Fig. 9 Aplicaciones posibles de las técnicas digitales en una red local.
 a) Conexión abonado-abonado.
 b) Conexión entre centrales locales digitales.
 c) Conexión entre una central local digital y una central local analógica, a través de un enlace digital.
 d) Conexión entre una central local digital y una central analógica, a través de un enlace analógico.

Redes interurbanas

En la figura 10a aparece la conexión digital interurbana, con una atenuación total de 6 dB. Para poder lograr este

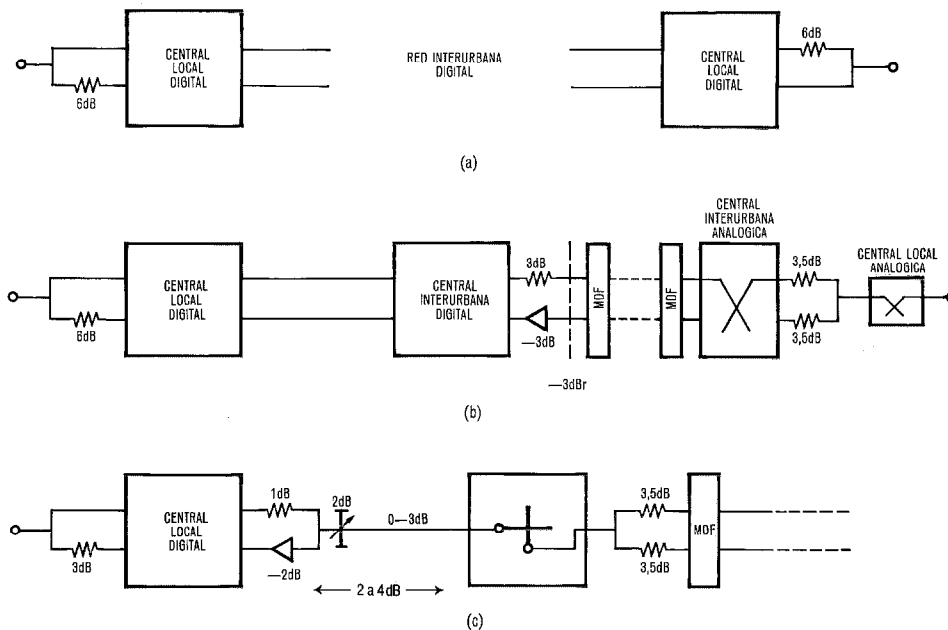


Fig. 10 Conexiones interurbanas mediante equipo digital.

- a) Red totalmente digital.
- b) Red mixta digital-analógica.
- c) Central local digital aislada conectada a la red interurbana analógica existente.

valor de atenuación, se han de utilizar atenuaciones conmutables a nivel de circuito de línea de abonado. Las figuras 10b y 10c muestran conexiones interurbanas con una red interurbana analógica MDF. En la figura 10b, la atenuación en la central analógica interurbana distante es, nominalmente de 3,5 dB en cada rama del circuito a 4 hilos, debido al circuito de terminación 2/4 hilos. Para obtener una atenuación simétrica en ambas direcciones de transmisión, hay que introducir ganancia en el convertidor analógico-digital y atenuación en el convertidor digital-analógico, en el punto de interconexión entre las redes digital y analógica. Se establece así un nivel de -3 dB para el interfaz analógico en la central digital interurbana. La figura 11 muestra que este nivel es compatible con los diferentes tipos de conexión en la central interurbana.

Esta figura también muestra la situación que se podría dar cuando la central se utiliza como central tandem-interurbana combinada con conmutación a 2 y a 4 hilos. En este caso, los enlaces a 2 hilos se pueden conmutar a enlaces a 4 hilos para conexiones interurbanas, o a otros enlaces a 2 hilos para llamadas tandem. La atenuación de 6 dB necesaria en el enlace a 2 hilos por razones de eco en las conexiones interurbanas, degradaría la calidad en las llamadas tandem, en comparación con las actuales redes analógicas. En consecuencia, se hacen necesarios los atenuadores conmutables en los circuitos de enlace a 2 hilos para que la atenuación en las conexiones tandem se reduzca a aproximadamente 1 dB.

Centrales locales/interurbanas combinadas

Las condiciones en centrales de este tipo son más complicadas, sobre todo si dichas centrales tratan también llamadas tandem a 2 hilos. La tabla 3 define la atenuación necesaria en todos los tipos de conexiones para poder cumplir el plan de atenuaciones propuesto.

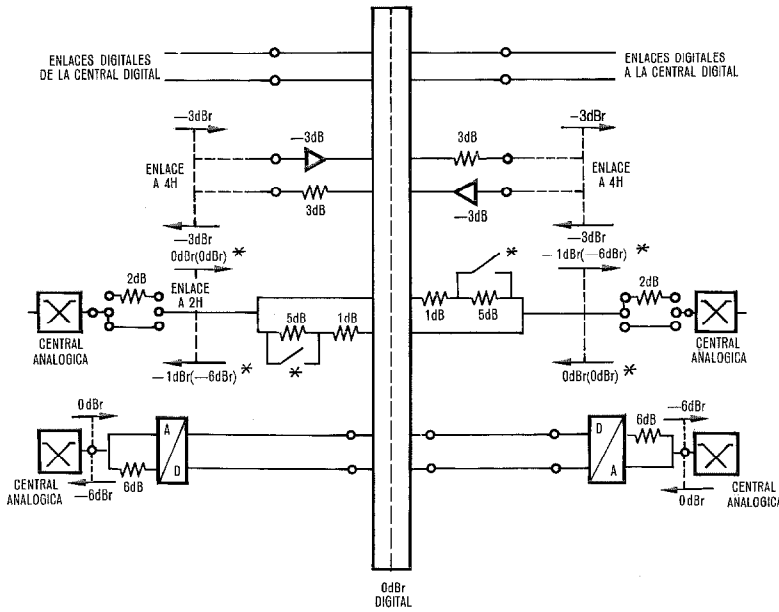


Fig. 11 Niveles en una central interurbana combinada 2 hilos/4 hilos.

* Atenuador conmutable de 5 dB no insertado en el caso de conexiones 2 hilos - 2 hilos. Los niveles entre paréntesis son con el atenuador conmutable insertado.

Tabla 3 - Atenuación de la conexión entre entrada y salida

Entrada \ Salida				
	Abonado	Enlace a 2 hilos	Enlace a 4 hilos analógico	Enlace a 4 hilos digital
Abonado	3 dB	1 dB	3 dB	0 dB
Enlace a 2 hilos	1 dB	1 dB	3 dB	0 dB
Enlace a 4 hilos analógico	3 dB	3 dB	0 dB	-3 dB
Enlace a 4 hilos digital	6 dB	6 dB	3 dB	0 dB

Implantación

El plan de transmisión propuesto se puede implantar con facilidad, y se piensa que es adecuado para las redes de la mayoría de las Administraciones. Mediante él se puede planificar una transición gradual desde las actuales redes analógicas a las redes totalmente digitales, introduciendo una degradación mínima durante la fase de transición. En caso necesario, como se ha dicho anteriormente, se podrían realizar fácilmente cambios para aumentar la atenuación interurbana hasta 7 dB, e incluir una pequeña atenuación en el lado de emisión a la entrada de una central local.

Conclusiones

En este artículo se han analizado distintos aspectos de transmisión relacionados con la introducción de centrales digitales en las redes telefónicas públicas. Se han examinado los requisitos de calidad de funcionamiento de las centrales individuales, el comportamiento subjetivo de las conexiones totales y los planes de atenuación, teniendo en cuenta el largo proceso de evolución hacia redes totalmente digitales.

Para poder cumplir con todos los requisitos anteriores habría que añadir complejidad al circuito de enlace a 2 hilos. En la figura 12 se ilustra una solución de compromiso que cumple con todas las condiciones anteriores, excepto en el caso de conexiones de abonados a enlaces a 2 hilos, en las que se introduce una asimetría de 2 dB.

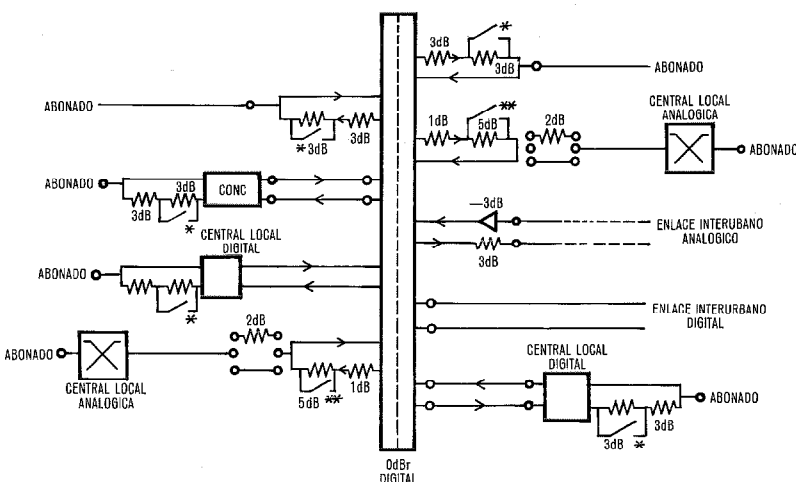


Fig. 12 Configuración posible en el caso de centrales combinadas local-interurbana.

* Atenuador conmutable de 3 dB insertado en las conexiones abonado-enlace interurbano y abonado-central digital.

** Atenuador conmutable de 5 dB insertado en las conexiones enlace a 2 hilos - enlace interurbano analógico o digital.

Se necesitan todavía más estudios, por ejemplo sobre transmisión de datos en frecuencia vocal en una red mixta; y también una normalización dentro del CCITT para garantizar la compatibilidad internacional. Sería aconsejable establecer ciertas limitaciones de planificación, como por ejemplo, el evitar bucles a 4 hilos en tandem múltiple. En cualquier caso, se pueden brindar las siguientes conclusiones:

- La futura red totalmente digital proporcionará una calidad superior.
- Las centrales digitales locales, tandem e interurbanas se pueden introducir de una manera flexible adaptándose a las condiciones económicas, con pequeñas degradaciones transitorias de la calidad subjetiva en algunas conexiones, siempre y cuando se haga una planificación cuidadosa.
- Un ejemplo importante de una estrategia que proporciona una mejor calidad desde el principio es la introducción de centrales digitales en los extremos de la cadena interurbana a 4 hilos, integradas con transmisión digital hasta la primera central a 2 hilos. En la mayoría de las redes esto implica centros primarios digitales (centrales clase 4 en la denominación norteamericana) y enlaces digitales de acceso a interurbano.
- Deben proseguir los estudios, con el objetivo de lograr una pronta normalización de las especificaciones de centrales digitales.

Agradecimiento

Los autores agradecen profundamente la colaboración prestada por sus colegas en STL, Harlow, e ITC, Bruselas, así como en otras áreas de ITT e ITTE, especialmente en el TTC de Stamford.

Referencias

- [1] Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación, UIT 1976, Capítulo 11, Anexo 3.
- [2] R. W. Hatch y J. L. Sullivan: Recent Trends in Transmission Planning for Local Networks, ISSLS 1978, Conference Record, Atlanta 1978.
- [3] R. L. Bunker, F. J. Sadya y R. P. McCabe: Line Matching Network to Support Zero Loss Operation in Digital Class 5 Offers. ISSLS 1978, Conference Record, Atlanta 1978.
- [4] Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación, UIT 1976, Capítulo 1, Anexo 6.
- [5] W. L. Rocs: Transmission Planning for the Evolving Digital Network ICC 1970, Conference Record.
- [6] American Telephone and Telegraph Company. Variaciones de la atenuación de equilibrado de las líneas y aparatos de abonado - Consideraciones sobre un circuito de equilibrado. Contribución n° 23 a la Comisión de Estudio XII del CCITT (Período de estudio 1977-1980). Marzo 1977.
- [7] American Telephone and Telegraph Company. Modelo de velocidad de transmisión para el equivalente de referencia y ruido de circuito. Anexo a la Cuestión 7 de la Comisión de Estudios XII (Período de estudio 1973-1976).
- [8] D. L. Richards: Telecommunication by Speech. Butterworths 1973, Capítulo 8.
- [9] F. T. Andrews y R. W. Hatch: National Telephone Network Transmission Planning in the American Telephone and Telegraph Company. IEEE Trans. on Comm. Tech. Vol. COM-19, n° 3, junio 1971, págs. 302-314.
- [10] P. A. Gresh: Physical and Transmission Characteristics of Customer Loop Plant, BSTJ Vol. 48, n° 10, diciembre 1969, págs. 3337-3385.
- [11] C. Bakker: Properties of Subscriber Lines and Their Influence on Telephone Transmission Performance. Netherlands Postal and Telecommunication Services Publication 1967.
- [12] L. S. Di Biao: Transmission Considerations for Local Switched Digital Network Telephony, octubre 1977, págs. 40-46.
- [13] D. J. Goodman, B. J. McDermott y L. H. Nakatari: Subjective Evaluation of PCM Coded Speech. BSTJ Vol. 55, n° 8, octubre 1976.
- [14] G. I. Rilay y P. K. Webb: Transmission Performance of 4-wire PABX's IEE Private Electronic Switching System, Conference Record, abril 1978.
- [15] Post Office Research Dept. Report n° 429. Intelligibility of Cross-talk via Non-linear Transmission Paths, marzo 1974.
- [16] Recomendación G. 116 del CCITT. Efectos subjetivos de la diafonía directa. Libro Naranja, Tomo III-1, págs. 24-33, 1977.
- [17] D. L. Richards: Transmission Performance of Telephone Networks Containing PCM Links. Proc. IEE, Vol. 115, n° 9, Sept. 1968.
- [18] H. B. Law y R. A. A. Seymour: A reference Distortion System Using Modulated Noise, Proc. IEE, 109B, 1962, págs. 484-485.
- [19] American Telephone and Telegraph Company. Evaluación subjetiva del ruido correlacionado con la voz. Anexo 3 a la Cuestión 18 de la Comisión de Estudio XII (Período de estudio 1973-1976).
- [20] Administración de Telecomunicaciones de Noruega. Estudio de métodos de evaluación subjetiva para la determinación del nivel de ruido equivalente. Contribución n° 22 a la Comisión de Estudio XII del CCITT (Período 1977-1980) marzo 1977.
- [21] D. L. Richards: Telecommunication by Speech, Butterworth 1973, Capítulo 4.
- [22] R. W. Hatch y J. L. Sullivan: Transmission Rating Models for Use in Planning of Telephone Networks. NTC Conference Record. Dallas, noviembre 1976.
- [23] Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación. UIT 1976, Capítulo 1, Anexo 4.
- [24] M. E. Collier y C. Williams: Transmission Performance of Transitional Analogue-digital Telephone Networks. Zurich Seminar on Digital Communication Conference Record, marzo 1978.

Maurice E. Collier nació en Londres en 1925. Estudió en la Universidad de Londres, graduándose en Ingeniería Eléctrica en 1944. El mismo año ingresó en STC, siendo nombrado en 1964 ingeniero jefe de la división de sistemas de transmisión terrestres.

Pasó a STL en 1967, siendo destacado a Intelsat en 1968, en donde trabajó en la planificación de los sistemas Intelsat III e Intelsat IV. Posteriormente regresó a la división de planificación de sistemas de STL, en donde se ocupa de estudios técnicos y económicos de redes de telecomunicación y sistemas de transmisión avanzados.

El Sr. Collier es "fellow" de la Institution of Electrical Engineers.

S. M. Schreiner se graduó (BSEE) en 1948 en el Instituto Politécnico de Brooklyn, en donde también siguió una serie de cursos para graduados. Ingresó en ITT Federal Laboratories en 1948, participando en el diseño del primer sistema MIC militar de 48 canales, en varios sistemas PPM militares y en el DIGICOM - un sistema experimental de transmisión y conmutación integradas por división en el tiempo. Fue jefe adjunto de ingeniería en el sistema de conmutación de mensajes de órdenes y control de la Air Force y más tarde jefe de ingeniería en el desarrollo de sistemas de conmutación télex con relés reed, sistemas militares de comunicación de órdenes y control, estudios de codificación de voz en canal único y desarrollos de equipos militares avanzados de comunicación digital. Más adelante participó en el desarrollo de la prueba de campo de MIC en Moorgate, para pasar en 1972 a LCT en donde se encargó del diseño de sistemas en el sistema MIC para pruebas de campo. En la actualidad pertenece al ITC, siendo su responsabilidad el diseño de sistemas en los desarrollos de conmutación digital de ITT. Es miembro senior del IEEE y miembro del Comité de Comunicaciones de Datos de la IEEE Communication Society.

Godfrey Williams nació en Neath, Gales del Sur. Estudió ingeniería eléctrica en la universidad obteniendo en 1961 el grado de B.Sc. y en 1966 alcanzó el Ph D por su trabajo sobre aspectos de la transmisión digital de la voz. Ingresó en STL en 1966 trabajando en evaluación de aparatos telefónicos y pruebas subjetivas. En 1976 el Dr. Williams fue transferido a la División de Planificación Avanzada de STL donde trabajó en temas relacionados con el desarrollo de la red digital.

Diseño de la programación hombre-máquina en sistemas modernos de conmutación con control por programa almacenado

Se desarrolla el programa hombre-máquina cuyas características esenciales son compatibilidad con el lenguaje CCITT hombre-máquina, texto completamente leible, pide los parámetros que faltan al operador y se adapta fácilmente a nuevas funciones que se implanten.

V. CARRUET

C. VANDER STRAETEN

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

Con la introducción del control por programa almacenado en memoria en los sistemas de conmutación el número de facilidades de operación y mantenimiento creció drásticamente en relación a los sistemas de conmutación electromecánicos.

El volumen de nuevas características llegó a ser tal que resultó ya imposible controlarlas mediante llaves, lámparas y otros medios electromecánicos.

En consecuencia, se planteó la necesidad de disponer de un órgano fiable capaz de satisfacer las necesidades de comunicación para el intercambio de grandes cantidades de información entre el sistema de conmutación y el personal de la compañía explotadora.

Como el teleimpresor cumplía con estos requisitos, se le escogió como medio principal de comunicación entre el personal de operación y el sistema de conmutación, reservando llaves y lámparas para funciones especiales o muy repetitivas, pero simples, como elementos de entrada-salida.

Sin embargo, se precisa un lenguaje de comunicación hombre-máquina y un traductor del mismo para traducir la información alfanumérica del operador en binaria y viceversa.

Como las necesidades de espacio y el coste de la memoria eran en la segunda mitad de los años sesenta y a principios de los setenta una limitación importante de los sistemas de conmutación con control por programa almacenado, y como el traductor hombre-máquina consistía en un conjunto de programas, este traductor debía ser lo más reducido posible en cuanto a espacio de memoria ocupado. Consiguientemente, casi todos los lenguajes hombre-máquina estaban orientados a la máquina, rara vez contenían mnemónicos leibles y casi siempre consistían en un código mnemónico de instrucción funcional seguido de una cadena de parámetros en código numérico, definidos por la posición.

Además, como no había normas de lenguajes hombre-máquina ni de instrucciones funcionales, las administraciones se enfrentaban a una gran variedad de lenguajes hombre-máquina orientados a la máquina para los sistemas de conmutación controlados por programa almacenado, en los cuales la codificación y la decodificación de los mensajes de entrada y salida exigían un personal altamente especializado y bien adiestrado.

A medida que bajó el coste de la memoria y subió el de la mano de obra, la idea de conseguir un lenguaje de comuni-

cación hombre-máquina normalizado y más "humanizado", con sus procedimientos y funciones, se fue imponiendo, materializándose a mediados de los años setenta. Se obtuvieron así algunos procedimientos avanzados de comunicación hombre-máquina para sistemas de conmutación controlados por programa almacenado, que se aplicaron primeramente en una gran central local METACONTA* 10C en las Bermudas y en las centrales MIC experimentales de ITT instaladas en Charleroi (Bélgica), Roma y Madrid [1].

Al mismo tiempo, el CCITT tomó la iniciativa de presentar una serie de recomendaciones para lenguajes hombre-máquina (LHM) que se aceptaron en la sexta asamblea plenaria del CCITT en Ginebra entre el 27 de septiembre y el 8 de octubre de 1976 [2].

Mientras continúa el trabajo del CCITT en el LHM, puede resumirse el estado actual de las necesidades y definiciones de la comunicación hombre-máquina (CHM) en los modernos sistemas de conmutación controlados por programas almacenados como se detalla en la sección siguiente.

Lenguaje y procedimientos de comunicación hombre-máquina

El "sistema hombre-máquina" comprende la combinación de equipos, programas y protocolos necesarios que permiten actuar sobre las facilidades controlables del sistema de conmutación de acuerdo con los requisitos de operación, mantenimiento e información del cliente.

Como se indica en la Recomendación Z. 311 del CCITT [2], los atributos básicos de un lenguaje hombre-máquina son:

- Es fácil introducir las instrucciones e interpretar las salidas.
- Pueden utilizarse los modos de funcionamiento directo y repetitivo así como las formas de entrada y salida condensadas y ampliadas.
- El LHM puede adaptarse a distintas clases de personal y a diferentes idiomas nacionales y necesidades de organización.
- El empleo de ciertas instrucciones o procedimientos puede limitarse a ciertas categorías de personal, equipos terminales, etc.

* Marca registrada del sistema ITT

- En la realización del LHM se tomarán medidas para que, como consecuencia de errores en las instrucciones o en las acciones de control, no se detenga el sistema ni se altere indebidamente su configuración ni se tomen acciones no autorizadas.
- La entrada puede proceder de cualquier dispositivo que produzca el código de los caracteres del alfabeto n° 5 del CCITT.
- El LHM dispone de una estructura evolutiva tal que ningún nuevo requisito o función que se agregue influirá en los existentes.
- La estructura del lenguaje permite formar subconjuntos.

La CHM comprende dos actividades principales relativas al flujo principal de información entre los periféricos de la UCC y los programas de aplicación. En el diálogo el flujo de información se dirige esencialmente desde los periféricos hacia la función. Las peticiones del operador para ejecución de estas funciones entran al sistema bajo la forma de diálogo entre el operador y el sistema mediante los periféricos.

En la salida automática o monólogo el flujo de información se dirige esencialmente del programa de aplicación hacia el periférico. Los resultados de las funciones antes mencionadas, y los informes de estado del sistema y de errores salen del sistema en forma de monólogo en los equipos terminales de salida de CHM.

Diálogo

El diálogo es la comunicación del hombre con la máquina. Aunque el flujo principal de información se dirige en el sentido del operador a la máquina, ésta puede ayudar a proporcionar una entrada correcta (Fig. 1).

Con objeto de pedir la activación de una función, el operador empieza un diálogo. El sistema verificará si la entrada del operador está completa y es válida, y si se encuentra un error se avisará al operador. Excepto en el caso de algunos errores graves, el operador puede entonces optar por corregir el mensaje o por anularlo con una nueva entrada. En caso de entrada incompleta, el núcleo del diálogo presentará al operador la lista de los parámetros que faltan (petición de parámetros).

En todo momento el operador puede añadir o eliminar información en el mensaje. Cuando el sistema ha aceptado el mensaje completo y el operador ha dado la señal de activación de la función, se termina el diálogo y se pasan todos los datos pertinentes a la función indicada.

Un diálogo consta de las siguientes partes, en la secuencia en que se indican.

Prólogo

El prólogo de procedimiento consta de las siguientes partes:

- La petición, que es una acción iniciada por el operador para activar el terminal hombre-máquina.

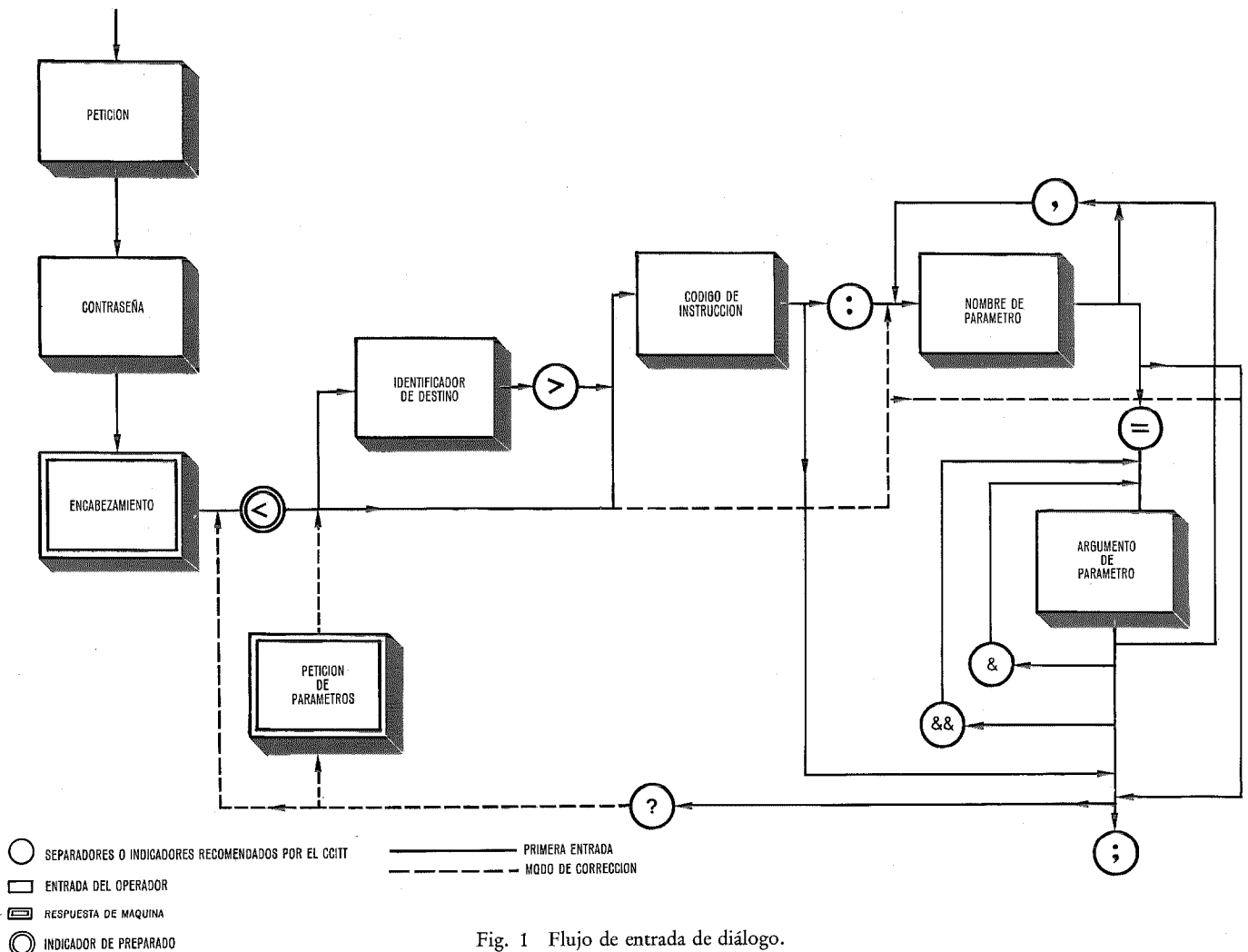


Fig. 1 Flujo de entrada de diálogo.

Programación hombre-máquina

- La contraseña, que da el operador para la autorización.
- El encabezamiento, dado por la máquina, que contiene la identificación de la central e información sobre la hora y la fecha.
- El indicador de preparado (<), que da la máquina como indicación al operador para que introduzca la instrucción.
- El identificador de destino, que indica la zona física en que debe procesarse la instrucción.

Código de instrucción

El código de instrucción define la función que debe ejecutarse como resultado del diálogo. El código de instrucción puede introducirse mediante una cadena de mnemónicos o un solo número. El código de instrucción va seguido del separador "fin de código de instrucción".

Cuerpo del diálogo

Este campo contiene todos los datos adicionales que deben pasarse a la función elegida.

Un parámetro es un grupo funcional de datos que deben pasar a una función.

Se define por su "nombre de parámetro" seguido opcionalmente por un valor de parámetro. El nombre del parámetro se expresa en forma numérica o mnemotécnica. La secuencia de entrada de diferentes parámetros es arbitraria. Si se introducen parámetros con el mismo nombre el último anula todos los anteriores.

Pueden especificarse relaciones sintácticas entre los parámetros cuando se genera el sistema, comprobando el CHM su empleo correcto por parte del operador.

Cuando el sistema analiza la información introducida por el operador y la encuentra inconsistente sintáctica o morfológicamente, incompleta o con valores de parámetros mnemónicos indecodificables, puede pedir más información dando el nombre del parámetro seguido del signo igual (=) (petición de parámetros). El operador puede continuar entonces introduciendo el valor o los valores de parámetro correctos, o indicando acuse de recibo si no hay que introducir ningún valor de parámetro, o rechazando el parámetro.

Un valor paramétrico puede contener varios valores definidos por la posición llamados argumentos. El grupo completo de argumentos de un parámetro se llama también campo del parámetro. Un parámetro puede introducirse en forma numérica o en forma mnemotécnica.

Los argumentos de parámetro numéricos pueden ser positivos o negativos e introducirse en cualquiera de las siguientes bases numéricas: binaria, octal, decimal, hexadecimal o decimal en código binario (los ceros no significativos se eliminan si así se especifica al generar el sistema).

Para cada argumento de parámetro el usuario define, al generar el sistema, la base numérica en que debe pasarse a la función (base numérica objeto), con independencia de la base numérica de entrada (excepto en el caso decimal en código binario).

Intervalo de parámetro

El operador puede especificar un intervalo cerrado de argumentos de parámetro. El separador "&&" entre los

dos argumentos de parámetro limitadores indica el intervalo.

Fin de diálogo

Cuando el diálogo termina con éxito activando la función se produce una sentencia de fin de diálogo.

Esta sentencia de fin se da en línea separada y contiene:

- El código de la función en la forma: JOB REF XXX
- El número de secuencia de la tarea, que también se da en la salida automática como resultado de la ejecución de la función y que permite al operador relacionar la instrucción introducida con el resultado subsiguiente.

Caracteres de toma de control

Si un operador introduce una cadena de caracteres, el sistema los almacena hasta que reconoce uno especial, perteneciente a un grupo de caracteres de toma de control. Este carácter especial determina el fin de la entrada y, de hecho, es la señal para que el sistema de CHM verifique la información introducida y tome la acción que corresponda. Este grupo de caracteres comprende los siguientes:

- a) Carácter de verificación de validez
Este carácter indica al sistema que el operador desea que el núcleo del diálogo verifique el mensaje después de la última entrada y le informe de los resultados.
- b) Carácter de verificación y ejecución
Este carácter indica al sistema que el operador desea que el núcleo del diálogo verifique el mensaje después de la última entrada. Si existe algún error en el formato del mensaje, se informa al operador, pero, si no existe error en el mensaje, se arranca la ejecución de la función.
- c) Instrucción de anulación de diálogo
Este carácter puede introducirse en cualquier momento, lo que provoca la anulación del diálogo y evita la activación de la función.
- d) Instrucción de anulación de entrada
Este carácter indica al sistema que debe anular la última entrada de un diálogo, sin anular éste.

Separadores

En la información de entrada del operador se intercalan separadores a fin de limitar los diferentes campos del diálogo. La figura 1 muestra la forma en que el operador debe introducir la instrucción.

Carácter no significativo

Puede definirse un conjunto de caracteres en el diálogo que no tienen influencia sobre la lógica del mismo y que por ello pueden introducirse en cualquier momento. Por ejemplo: retroceso del carro y cambio de renglón. Ambos caracteres pueden introducirse para hacer más clara la presentación.

Corrección de la cadena de caracteres

Se incluye una característica que permite al operador corregir caracteres defectuosos de entrada antes de que el sistema los interprete. Los últimos *n* caracteres introducidos por el operador pueden borrarse introduciendo sucesiva-

mente n flechas invertidas (\leftarrow). Este método de corrección es sólo aplicable a la entrada del diálogo que se está haciendo en ese momento. Toda flecha invertida superflua es invalidada.

Comentarios incluidos en un mensaje

Un comentario es una cadena de caracteres invalidados por la lógica del diálogo. Los comentarios pueden introducirse para dar explicaciones para su posterior consulta. Van precedidos de un carácter de apertura de comentario y seguidos por otro de cierre de comentario.

Indicación de preparado para ejecución

Cuando el operador termina una entrada con el carácter de toma de control de verificación de validez y el núcleo del diálogo decide que toda la información correspondiente es consistente y completa, el núcleo da el indicador de preparado ($<$).

Acciones correctivas

Si la CHM, después de recibir la orden de "verificación y ejecución" o de "verificación de validez" de una petición de diálogo, encuentra inconsistencias en el encabezamiento o errores de codificación que no permiten interpretar la entrada, se anula el diálogo y se envía al operador un aviso de anulación que incluye el motivo de ésta.

Si no puede decodificarse un nombre o un argumento de parámetro, la CHM advertirá al operador con una petición de acción correctora. Igualmente en el caso de violación de relaciones sintácticas.

El operador puede corregir su entrada como se ha descrito anteriormente.

Entrada sin errores

Esta sección describe la forma en que el operador puede introducir instrucciones en el núcleo del diálogo. En la figura 2 se muestra un ejemplo de diálogo correcto.

Se supone que:

- El terminal de CHM está en reposo al empezar la entrada.
- El terminal de CHM está en línea y conectado.
- La contraseña es una de las válidas (con relación a la función pedida y a la clase de dispositivo de diálogo).
- El código de la instrucción existe y se introduce correctamente (identificación de la función en forma numérica existente y correctamente introducida).
- El nombre de parámetro de entrada existe y sigue las normas: el parámetro debe ser compatible con posibles parámetros precedentes del diálogo que se lleva a cabo en cuanto a las condiciones de las relaciones sintácticas.
- Los argumentos de parámetro deben ser consistentes, es decir: su número no debe ser mayor del permitido y el valor absoluto de cada argumento no debe ser mayor del permitido.

Tipos de errores de entrada

En la entrada de un operador pueden presentarse los siguientes tipos de errores: errores de decodificación, de sintaxis o de morfología, entrada incompleta y encabezamiento con inconsistencias.

El sistema informará al operador de estos errores con una respuesta de error.

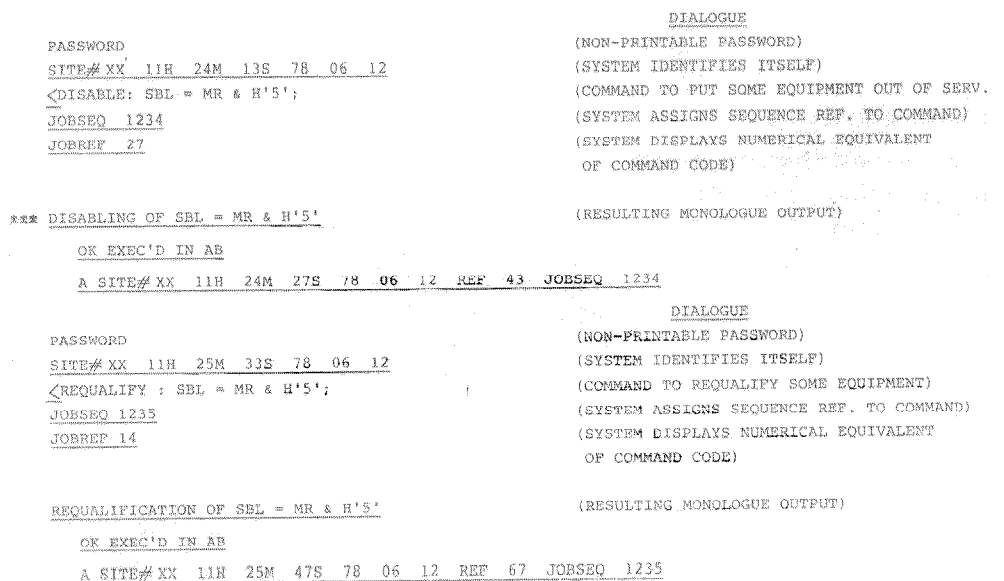
Características especiales

A menos que el operador introduzca un carácter de toma de control de ejecución para terminar un diálogo correcto y completo, aún puede añadir nuevos datos y sustituir o anular datos ya introducidos.

Pueden añadirse nuevos datos introduciendo nuevos parámetros. Naturalmente, deben ser sintácticamente compatibles con los ya introducidos.

La sustitución de datos puede hacerse en la misma entrada o en una posterior introduciendo de nuevo el mismo nombre de parámetro pero ahora con otros argumentos de parámetro. Al hacer esto, todos los argumentos de parámetro del anterior se sustituyen por los nuevos argumentos que siguen al nombre del parámetro.

Fig. 2 Ejemplos de diálogo y de salida automática.



Programación hombre-máquina

La anulación de datos puede hacerse en la misma entrada o en una posterior a continuación de la entrada de los datos originales. Al hacer esto, todo el parámetro con todos sus argumentos queda eliminado de la entrada acumulada significativa.

Entrada abreviada

La combinación mnemotécnica del código de instrucción puede reemplazarse por un número decimal único en la entrada. Los mnemotécnicos del nombre y de los argumentos de parámetro pueden reemplazarse también por su valor numérico equivalente en la entrada. Pueden mezclarse libremente en la entrada valores mnemotécnicos y numéricos, incluso en los diferentes argumentos de un mismo parámetro.

Salida automática o monólogo

La salida automática o monólogo es el flujo de comunicación de la máquina hacia el hombre. Todos los mensajes generados por los programas en línea y pasados a la CHM para su presentación en los terminales de CHM constituyen la salida automática o monólogo.

Una salida automática puede ser resultado de una función anteriormente activada por el operador o puede ser un mensaje espontáneo del sistema.

Formato

El formato del mensaje de la salida automática es como sigue:

Encabezamiento

- Campo de alarma: Los tres primeros caracteres del mensaje de monólogo empezando por la izquierda de la línea media de salida indican la jerarquía de alarma (si es aplicable) correspondiente a este mensaje. Las columnas de este campo están protegidas contra cualquier otra utilización (monólogo y diálogo).
- Campo de atención: Si el operador está especialmente interesado en un tipo particular de mensaje de salida, puede pedir al sistema que lo señale, siempre que lo produzca, a fin de llamar la atención del observador sobre este mensaje en particular.

Cuerpo del mensaje

El cuerpo del mensaje consiste en una secuencia de series de textos fijos y series de textos variables.

Un texto fijo puede ser cualquier carácter o conjunto de caracteres predeterminado.

Un texto variable puede ser:

- Un número: En este caso la base numérica se indica mediante caracteres simbólicos y puede ser hexadecimal, decimal, octal, binaria y decimal en código binario. Puede tener valores positivos y negativos.
- Un mnemotécnico: En este caso el texto variable le sale en código ASCII legible y autoexplicativo.

Fin de mensaje (o "sentencia de fin")

- La sentencia de fin contiene:
- El originador del mensaje.

- El momento real en que el mensaje se ha elaborado en el sistema, indicando año, mes, día, hora, minuto y segundo.
- Un número de referencia del mensaje, que corresponde a una descripción de las actividades que el personal de mantenimiento u operación debe realizar en respuesta al mensaje de salida. En caso de que el mensaje de salida sea resultado de un diálogo anterior (mensaje "solicitado") se da una referencia a dicho diálogo.

Limitaciones de los periféricos

Si el mismo periférico debe registrar casi simultáneamente más salidas de monólogo, la secuencia correspondiente viene determinada por la importancia relativa de los mensajes para el sistema.

Selección de dispositivos

El conjunto de dispositivos normales de destino de cada mensaje en particular se determina en el momento de la generación. A ellos puede añadirse el dispositivo de diálogo, si la salida es consecuencia de una función activada en un diálogo.

Cada uno de los dispositivos puede tener otro de reserva, que realizará las funciones de salida del dispositivo original en caso de que éste no esté disponible.

Características de atención y supresión

Se incluyen las características de llamada de atención y de inhabilitación de ciertos mensajes.

La llamada de atención permite que el operador detecte rápidamente informes de fallos o de estado especialmente interesantes para él en un determinado período.

Existe otra facilidad semejante para suprimir temporalmente mensajes.

Estructura básica de la programación de comunicación hombre-máquina

Desde el punto de vista de la comunicación hombre-máquina, la programación de la central realiza tres funciones principales, que son:

- función del usuario
- núcleo de entrada de diálogo
- núcleo de salida automática.

Ambos núcleos se consideran como interfaces entre el personal de operación y las funciones de usuario, que pueden ser cualquier función de tratamiento de llamadas, mantenimiento, etc., del sistema.

A continuación se describen los paquetes de programas que tratan:

- la entrada hombre-máquina;
- la salida máquina-hombre.

Entrada de hombre a máquina

En este caso intervienen una función del núcleo de entrada de diálogo y una función de usuario (Fig. 3).

El operador empieza introduciendo caracteres en el terminal de comunicación hombre-máquina. La función del núcleo de entrada de diálogo decodifica y verifica sintácticamente el flujo de caracteres de entrada. Si es neces-

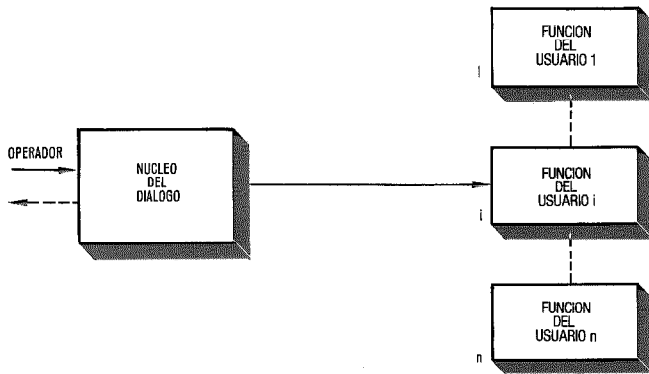


Fig. 3 Entrada hombre-máquina que implica el núcleo de diálogo de entrada y la función de usuario.

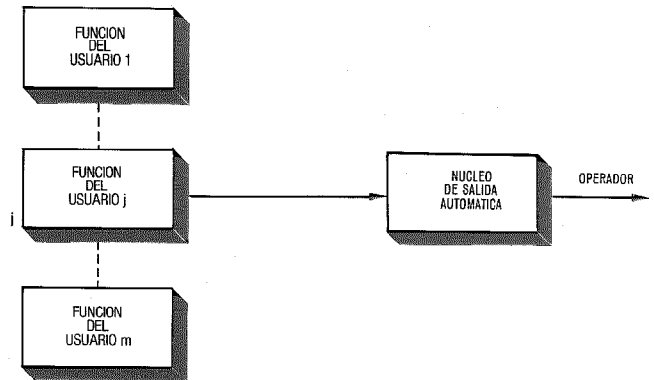


Fig. 4 Salida máquina-hombre que implica a la función de usuario y al núcleo de salida automática.

rio (por ejemplo, en caso de entrada defectuosa), la función del núcleo de entrada de diálogo puede dar instrucciones al operador. Se desarrolla un diálogo real entre el operador y el núcleo de entrada de diálogo hasta que se cumplen las dos siguientes condiciones:

- El núcleo de diálogo considera que toda la entrada es correcta y completa.
- El operador da la orden de ejecución.

Cuando esto ocurre el núcleo de diálogo reúne todos los datos de la instrucción en un "registro intermedio del usuario" y planifica la correspondiente función de usuario, dándole accesibilidad al registro intermedio. El diálogo termina en ese momento y es responsabilidad entonces de la función de usuario realizar todas las verificaciones semánticas necesarias de los datos contenidos en el registro intermedio del usuario.

Salida de máquina a hombre

En este caso intervienen una función de usuario y una función del núcleo de salida automática (Fig. 4).

Cuando una función de usuario ha preparado un mensaje que hay que enviar al operador, pone los datos relativos al mensaje en un registro intermedio y los pasa a la función del núcleo de salida automática mediante una macroinstrucción. A continuación la función de usuario recupera el control, sin esperar a la realización física de la salida del mensaje en el terminal de CHM.

Todos estos mensajes, recopilados por el núcleo de salida automática, se clasifican de acuerdo con su prioridad relativa, se traducen a cadenas de caracteres y se dirigen hacia el terminal de CHM.

Programa del núcleo de entrada de diálogo

En esta sección se describe con mayor detalle el programa que realiza la función del núcleo de entrada de diálogo (Fig. 5). El programa tiene cuatro interfaces con su entorno.

Interfaz con el operador

Es un interfaz bidireccional. El protocolo que lo describe se ajusta a las recomendaciones del LHM del CCITT y se explica en el apartado "Lenguaje y procedimientos de comunicación hombre-máquina". Los datos de entrada son caracteres.

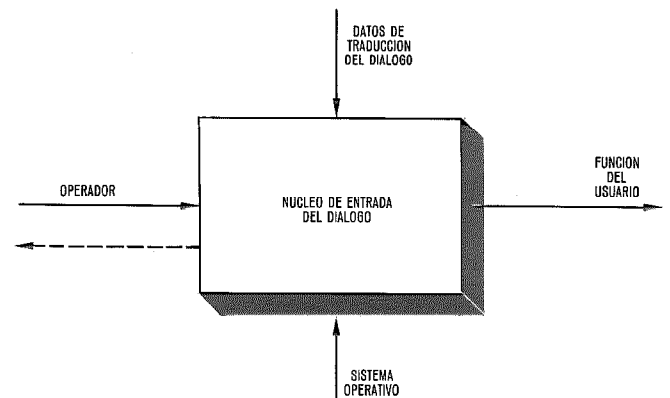


Fig. 5 Interfaces entre el núcleo de entrada de diálogo y su entorno.

Interfaz con la función de usuario

Se trata de un interfaz interno de la programación. Está normalizado para todas las funciones de usuario del sistema y tiene dos partes:

- Interfaz de control: el núcleo de diálogo programa la función de usuario adecuada al final del diálogo.
- Interfaz de datos: la instrucción del operador se hace accesible a la función de usuario en un registro intermedio, que contiene el mensaje en formato binario.

Ambas partes del interfaz de la función de usuario se fijan en el momento de la generación de sistema:

- La relación entre el código de instrucción y la identidad del programa, realizando la función de usuario adecuada.
- La disposición del registro intermedio del interfaz de la función de usuario, definiendo todos los campos de datos del registro y la justificación de los datos dentro de estos campos.

Todas estas relaciones se preparan en tablas de datos, se inicializan al generar el sistema y las consulta el paquete del núcleo de diálogo en línea.

Datos de traducción del diálogo

Es la recopilación de todos los datos que describen los elementos de la entrada del operador, la forma de reaccio-

nar a ésta y el interfaz con todas las funciones de usuario.

Estos datos se almacenan en una memoria de masa en forma de tablas y pueden ser consultados por el núcleo del diálogo en línea. Estas tablas se inicializan en el momento de generación del sistema.

Se aplica el siguiente procedimiento:

El programador de la función de usuario espera un mensaje del operador en algún punto del programa de la función de usuario. Este programador no sólo proporciona el código de su programa sino que también detalla el formato de los datos que deben transferirse al programa, cuando corre en línea, y el formato en que debe aparecer el mensaje en el dispositivo de CHM, ambos con arreglo a unas convenciones determinadas.

Estas especificaciones se hacen rellenando cierto número de formularios. Unos definen los elementos del lenguaje y las relaciones entre ellos, y otros la disposición del registro intermedio del interfaz de la función de usuario. Estos formularios se perforan, se almacenan y forman parte del control de configuración por el sistema de soporte de producción de la programación, igual que todos los demás elementos de la programación de la central.

Un programa traductor procesa estos formularios. Su misión es verificar la consistencia del contenido de los formularios y elaborar los datos de traducción del diálogo.

Como se ha explicado anteriormente, estos datos serán consultados en línea por la función del núcleo del diálogo.

Interfaz con el sistema operativo

Como todos los demás programas del paquete de la central, el programa del núcleo de diálogo puede requerir los servicios del sistema operativo mediante macroinstrucciones.

El sistema operativo contribuye a funciones tales como: entrada-salida física, planificación, tratamiento de colas.

Estructura del programa

El programa del núcleo del diálogo consta de tres bloques principales:

- La parte de decodificación identifica los elementos del lenguaje del operador, los traduce a formato binario, comprueba las contraseñas, etc.
- La parte de evaluación y transferencia verifica la consistencia de estos elementos con los propios y en relación a

los demás. También es responsable de crear el registro intermedio del interfaz de la función de usuario y de programar la propia función de usuario.

- La parte de información prepara toda la respuesta al operador para permitir la petición de parámetros.

Programa del núcleo de salida automática

Esta sección describe con mayor detalle el programa que realiza la función del núcleo de salida automática.

Entorno del programa (Fig. 6)

El programa tiene cuatro interfaces con su entorno:

Interfaz con la función de usuario

Se trata de un interfaz interno de programación. Está normalizado para todas las funciones de usuario del sistema y tiene dos partes:

- Interfaz de control: el programa de la función de usuario pasa el mensaje de salida mediante una macroinstrucción, que contiene la identidad del registro intermedio del mensaje (véase el párrafo siguiente) como un parámetro. La función de usuario recupera el control sin esperar que se complete la salida automática física en el periférico de CHM. El control vuelve a la instrucción que sigue inmediatamente a la macroinstrucción anterior.
- Interfaz de datos: la función de usuario ha preparado su mensaje de salida en un registro intermedio del mensaje en formato binario; el núcleo de la salida automática responde a la función de usuario mediante un código de terminación indicando posibles razones de rechazo del mensaje como: identificación de mensaje no existente, sobrecarga, etc.

La distribución del registro intermedio del mensaje se establece en el momento de la generación del sistema, definiendo la posición y tamaño de todos los campos de datos de este registro.

Estas relaciones se almacenan en tablas de datos, se crean al generar el sistema y las consulta el paquete del núcleo de monólogo.

Interfaz con el operador

El protocolo que describe este interfaz sigue las recomendaciones del LHM del CCITT y se explica en el apartado "Lenguaje y procedimientos de comunicación hombre-máquina". La salida se hace en forma de caracteres.

Datos de traducción del monólogo

Es la recopilación de todos los datos que describen los elementos de la salida al operador y su relación con el contenido del registro intermedio del usuario.

Estos datos se almacenan en una memoria de masa en forma de tablas y pueden ser consultados por el núcleo del monólogo en línea. La creación de estas tablas sigue el mismo procedimiento descrito para los "datos de traducción del diálogo".

Interfaz con el sistema operativo

Véase el párrafo anterior de igual título.

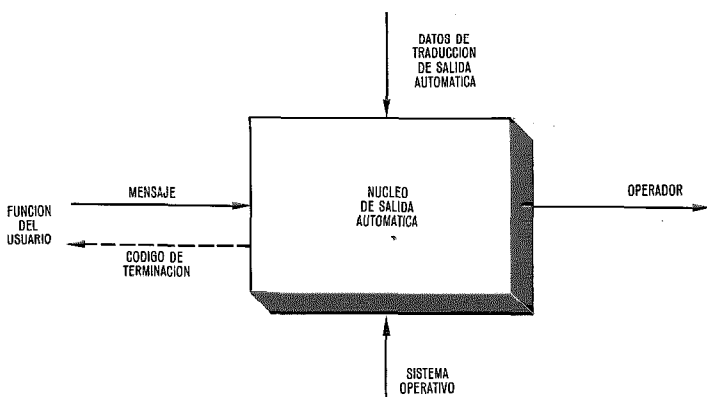


Fig. 6 Interfaces entre el núcleo de salida automática y su entorno.

Estructura del programa

El programa del núcleo del monólogo consta de tres bloques principales:

- La parte de aceptación filtra los mensajes procedentes de todas las funciones de usuario. Es la parte que se ejecuta en línea con la función de usuario.
- La parte de formatación clasifica todos los mensajes que llegan según su prioridad relativa, traduce el mensaje a un formato orientado a la utilización de caracteres y selecciona los dispositivos de destino en que debe aparecer la salida.
- La parte de salida controla el periférico trabajando con los controladores de entrada-salida del sistema operativo.

Ingeniería de clientes de la comunicación hombre-máquina

El diseño y la realización cuidadosos de cualquier sistema de comunicación hombre-máquina no bastan para garantizar una herramienta eficaz hombre-máquina.

En realidad, cualquier sistema de comunicación hombre-máquina puede compararse con un portador de información para el que la información depende en gran parte del cliente, pero es transparente al sistema de comunicación hombre-máquina desde el punto de vista de la semántica.

Requisitos

Por consiguiente, todo diseño de comunicación hombre-máquina debe complementarse con las herramientas y los procedimientos necesarios para garantizar que:

- Cada mensaje de CHM tiene un significado para el cliente en cuanto a lenguaje humano nacional, contenido, frecuencia de generación y acciones que debe tomar el cliente a consecuencia del mensaje, a fin de permitir una operación y un mantenimiento eficaces de la central.
- La cantidad, el contenido, la distribución y la configuración de los mensajes de CHM satisfacen las necesidades de la red de CHM y de la organización de mantenimiento y operación del cliente.
- Pueden definirse los mecanismos y los datos de interfaces entre la CHM y los programas de aplicación. Esta información debe permitir que el sistema de CHM separe en la fase de operación los requisitos de codificación binaria de los parámetros de los mensajes de CHM, vistos por los programas de aplicación, y los requisitos de codificación del lenguaje humano de los parámetros de los mensajes de CHM, vistos por el personal de operación y mantenimiento.
- Los parámetros del sistema de CHM pueden adaptarse, después del corte de la central, a las necesidades cambiantes del cliente con relación a la red de CHM.

Herramientas y procedimientos de la ingeniería de clientes

A fin de garantizar una comprensión y una definición inequívocas de la información anterior, se desarrollan cuestionarios que permiten a las partes interesadas (es de-

cir, fabricante y administración) definir los parámetros de CHM antes indicados con su propia terminología. Esto significa que las administraciones deben utilizar sólo términos con los que están familiarizados desde el punto de vista de mantenimiento y operación de centrales telefónicas.

En todo caso no debe pedirse al cliente el conocimiento de la terminología especializada de la programación de ordenadores.

Por tanto, los datos de interfaz de los programas de aplicación de CHM, que definen los diseñadores de estos programas y pueden implicar el uso de terminología de programación de ordenadores, deben manejarse en formularios separados y no deben mezclarse con información que tenga que ser definida y/o comprendida por el cliente.

Los cuestionarios de CHM pueden entonces traducirse a los datos de aplicación del cliente que controlarán la operación del sistema de CHM.

Sin embargo, como pueden intervenir muchas personas en la definición de los parámetros del sistema de CHM (por medio de los formularios mencionados), dichos parámetros deben verificarse con cuidado antes de la traducción a los datos de aplicación del cliente de CHM con objeto de salvaguardar los requisitos generales del sistema del fabricante y los requisitos de operación y mantenimiento del cliente.

Finalmente, se proporcionan al cliente las herramientas necesarias para cambiar los parámetros del sistema de CHM durante la vida de la central. Estos cambios de parámetros deben tener un efecto nulo o despreciable sobre la calidad del tráfico telefónico y de CHM.

Las herramientas de explotación del sistema de CHM deben permitir, por ejemplo:

- la adición de nuevas funciones de CHM
- la adición de nuevos mensajes
- el cambio de la distribución de los mensajes de CHM entre los diferentes terminales de CHM
- el cambio de la configuración de los terminales de CHM, etc.

Esto garantizará que el sistema de CHM pueda seguir la constante evolución de los requisitos de las administraciones.

Metodología de diseño de la comunicación hombre-máquina

La programación de la comunicación hombre-máquina para las centrales MIC experimentales de ITT [1] utilizó las técnicas de análisis y diseño estructurado (SADT* por Structured Analysis and Design Technique) en su diseño y realización.

EL SADT permite un diseño estructurado jerárquicamente de arriba abajo. Se añadieron los símbolos necesarios al SADT original para utilizarlo como herramienta de especificación de diseño estructurado de programas. Estas especificaciones de diseño de programas se llaman "diagramas de flujo". Los producen los diseñadores de CHM y constituyen la información de entrada de los programadores. Existe una relación formal biunívoca entre los dia-

* Marca registrada del sistema ITT

Programación hombre-máquina

gramas de flujo y la codificación realizada, lo que permite hacer en los listados comentarios de referencia a los diagramas de flujo correspondientes. Debe advertirse que todos los diagramas de flujo producidos durante la descomposición jerárquica de la arquitectura del diseño son programables.

Referencias

- [1] S. M. Schreiner, S. R. Treves y J. Van Goethem: Pruebas de campo de sistemas de conmutación MIC; Comunicaciones Eléctricas, 1977, volumen 52, n° 1, págs. 42-54.
- [2] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT); Sexta Asamblea Pleanaria, Ginebra, 27 de septiembre - 8 de octubre de 1976, Libro Naranja, Tomo VI. 4, Parte II, Lenguaje Hombre-Máquina (LHM), págs. 25-55.

V. Carruet nació en Lembeck, Bélgica, en 1943. Participó como ingeniero técnico desde 1967 a 1970 en el desarrollo de un sistema de automatización de diseño lógico para los sistemas de datos de Philips. En 1970 ingresó en la Bell Telephone Manufacturing Company como analista de sistemas de la División de Conmutación, donde se responsabilizó del desarrollo de la programación de multiproceso para los sistemas META-CONTA* 10C. Desde 1974 trabaja en el desarrollo de la programación de sistemas de conmutación digital, siendo actualmente el responsable del desarrollo de los programas para las aplicaciones interurbanas.

C. Vander Straeten nació en Gante, Bélgica, en 1946. Obtuvo el grado de ingeniero civil electrónico por la Universidad de Gante en 1970. Después de dos años dedicado a la enseñanza, ingresó en la Bell Telephone Manufacturing Company en 1972, donde trabajó en la producción de los programas de una central MIC. Fue uno de los diseñadores del sistema de comunicación hombre-máquina de esa central. En 1975 diseñó la infraestructura de un sistema de comunicación de datos con conmutación de paquetes. Desde mediados de 1976 es responsable del desarrollo de programas para sistemas telefónicos de conmutación digital para aplicaciones rurales.

Calidad de transmisión en las centrales privadas automáticas UNIMAT

La red de conmutación multimodular a varias etapas por división en el espacio que tienen las centrales privadas automáticas UNIMAT* totalmente electrónicas está diseñada y construida utilizando en toda ella transistores MOS en circuito integrado. Aunque los transistores MOS difieren en propiedades importantes de los puntos de cruce metálicos, las centrales UNIMAT poseen notables propiedades de transmisión. Esta específica generación de centrales privadas automáticas electrónicas cumple plenamente las exigencias de las diversas Administraciones de telecomunicación y se caracteriza, además, por nuevas propiedades de transmisión.

H. FAIGLE

K. SZÉCHÉNYI

G. VAN DE VEN

J. ZANZIG

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

UNIMAT es la más reciente generación de centrales privadas automáticas (PABX) totalmente electrónicas de ITT. Esta generación cumple todas las condiciones correspondientes a transmisión del CCITT [1, 2], además de satisfacer las especificaciones de las Administraciones europeas de telecomunicación [3, 4, 5]. Se consigue una calidad de transmisión sumamente alta con los métodos y medios técnicos más modernos. La red de conmutación de varias etapas por división en el espacio de la familia PABX se ha diseñado por primera vez a base de matrices con puntos de cruce MOS en circuito integrado. Teniendo en cuenta que los transistores MOS se diferencian en importantes aspectos de los puntos de cruce metálicos, el diseño de las vías de transmisión exige un enfoque nuevo. La relativamente alta R_{ON} de cada punto de cruce MOS y los necesarios medios de protección de la red de conmutación, que introducen pérdidas adicionales, presentan un problema peculiar en el diseño de vías de transmisión transparentes. Por ello, la descripción de los principios básicos utilizados para obtener vías de transmisión transparentes y la prueba de la elevada calidad de transmisión alcanzada constituyen la base del presente artículo.

La generación UNIMAT ofrece dos nuevas y destacadas características de transmisión, incorporadas por vez primera a las PABX [6]. La primera de ellas se refiere a la atenuación adicional recomendada por las administraciones para comunicaciones internas para la eliminación de las diferencias de sonoridad entre las comunicaciones internas y con la central pública, que es a menudo molesta para los usuarios de la PABX.

La segunda característica proporciona compensación de atenuación en las comunicaciones con la central pública.

Las vías de transmisión, transparentes en gran medida dentro de la configuración UNIMAT, pueden complementarse de tal manera que actúan como prolongador artificial de línea para líneas de enlace cortas o acortando las líneas de enlace largas mediante medios electrónicos. Este sistema permite compensar la atenuación de las diferentes longitudes de las líneas de enlace. Siempre que se utilice esta facilidad no es preciso preocuparse de diferencias de

sensibilidad en los aparatos telefónicos conectados a un equipo UNIMAT. Con este sistema de compensación de atenuación pueden utilizarse aparatos telefónicos de sensibilidad media y como la PABX reduce la longitud de las líneas de enlace a un valor medio uniforme, se consigue en las extensiones un equivalente de referencia del efecto local apreciablemente mayor que en el caso de los sistemas convencionales [6].

Propiedades y protección de la red de conmutación

Las propiedades de los puntos de cruce, la configuración de la red de conmutación y los medios de protección adecuados constituyen la base de los problemas de transmisión y también de su solución. Estos aspectos del sistema contribuyen considerablemente al entendimiento de las vías de transmisión en una instalación UNIMAT, y por eso se describirán con algún detalle.

Punto de cruce

Los transistores de efecto de campo MOS enriquecidos de canal n en circuito integrado conmutan los hilos de conversación simétricos en la central UNIMAT. Las características principales del elemento de conmutación se deben a la tecnología MOS y las técnicas de implantación de iones y puertas de silicio. El módulo básico es una matriz de conmutación de $4 \times 4 \times 2$, junto con circuitos digitales de control (un contador de desplazamiento de 16 bits y un registro intermedio de 16 circuitos biestables RS). La tensión de alimentación (V_{DD}) de los puntos de cruce es +24 V y el sustrato común de los transistores está a tierra. La tensión de puerta (V_{GB}) del conmutador es relativamente alta ($V_{GB} = 18$ a 21 V) a pesar de la caída de tensión en el transistor de carga de la etapa de excitación, como se ve en la figura 1a.

La figura 1b muestra el margen de tensiones (V_{SB}) y corrientes (I_D) en que los puntos de cruce dejan pasar señales, con bajos niveles de distorsión. Mayor distorsión hay a tensiones por encima de 8 V y con niveles de corriente superiores a 15 mA durante la transmisión. Con potenciales negativos el diodo del sustrato conduce [7]. Por esto, el punto de trabajo (M) de los elementos conmutadores de un circuito de conversación establecido está en $V_{SB} = 3, 7$ V, $I_D = 0$ (o en el caso de conexiones con una central pública

* Marca registrada del sistema ITT

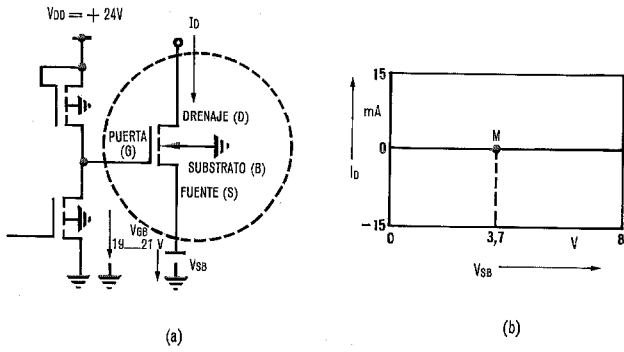


Fig. 1 Punto de trabajo de un punto de cruce MOS.
a) tensión de excitación y de disparo
b) margen de funcionamiento del conmutador con baja distorsión.

$I_D = I_M = 1 \text{ mA}$, véase el apartado "Conexiones transparentes"). Esto garantiza que los conmutadores actuarán dentro del margen de trabajo que muestra la figura 1b.

El conjunto drenaje - fuente - canal del transistor de un punto de cruce puede considerarse como una resistencia lineal en primera aproximación. La R_{ON} máxima es 28Ω (para $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $V_{SB} = 3 \text{ V}$ e $I_D = 4 \text{ mA}$). La figura 2 muestra la distribución de los valores medidos de la resistencia R_{ON} del punto de cruce para dos fabricantes diferentes. El coeficiente de temperatura es $0,7\%/^\circ\text{C}$; por tanto, en el peor caso entre $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y $+70 \text{ }^\circ\text{C}$ pueden esperarse valores de R_{ON} entre 12 y 40Ω . Los valores de R_{ON} de los pares de conmutadores son casi idénticos, no superando la diferencia de uno a otro los 3Ω . En el 90% de los pares de conmutadores las resistencias difieren en menos del 2% .

La curva característica de un transistor MOS en el margen de resistividad es aproximadamente lineal. La ecuación MOS tiene la forma siguiente [8]:

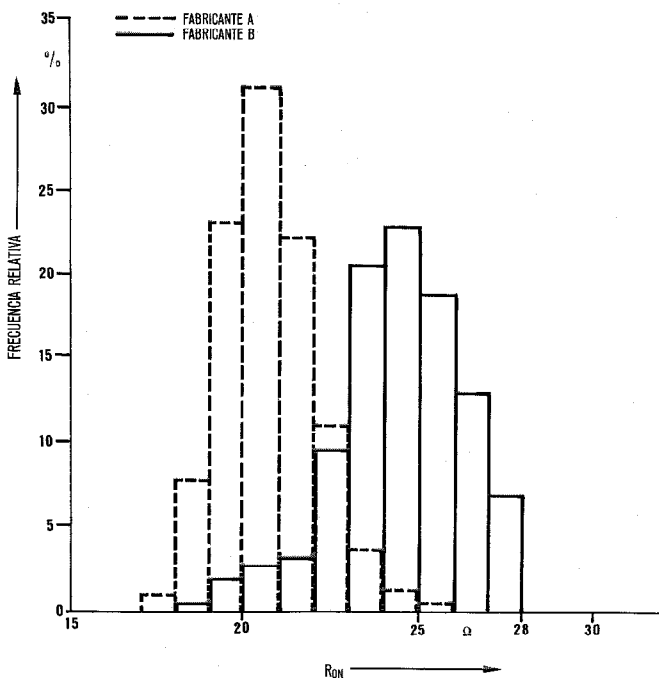


Fig. 2 Histograma de la R_{ON} de los puntos de cruce MOS de dos fabricantes diferentes.

$$I_D = K \left\{ 2(V_{GS} - V_X) V_{DS} - V_{DS}^2 - \frac{4}{3} k_0 \left[(V_{DS} + V_{SB} + \Phi)^{\frac{3}{2}} - (V_{SB} + \Phi)^{\frac{3}{2}} \right] \right\} \quad (1)$$

donde

- K = factor de amplificación
- k_0 = constante de efecto de forma del cuerpo
- Φ = $2 \times$ potencial de Fermi
- $V_t = V_{t0} + k_0 (V_{SB} + \Phi)^{1/2} - k_0 \Phi^{1/2}$
- $V_x = V_{t0} - k_0 \Phi^{1/2}$
- V_{t0} = tensión de umbral para $V_{SB} \ll 0$

La resistencia del canal se obtiene de la ecuación (1)

$$R_{ON} = \frac{\partial V_{DS}}{\partial I_D} = \frac{1}{2K} \cdot \frac{1}{V_{GB} - V_t - V_{SB} - V_{DS}} \quad (2)$$

R_{ON} permanece constante cuando $(V_{GB} - V_t) \gg (V_{SB} + V_{DS})$. En consecuencia, el empleo de una elevada tensión de puerta V_{GB} garantiza una buena linealidad de los puntos de cruce.

La relación señal/diafonía medida en la banda de conversación (Fig. 3) entre dos conexiones establecidas está determinada estrictamente por las capacitancias del encapsulado en el circuito integrado CI; la influencia de la pastilla de cristal puede despreciarse. El punto de cruce en el encapsulado de baja capacitancia sirve igualmente para transmisión de vídeo.

Red de conmutación

El sistema UNIMAT 4080 posee una red de conmutación plegada de tres etapas. Los circuitos periféricos se conectan a un lado de la red como muestra la figura 4. Por tanto, cada circuito de conversación comprende 6 puntos de cruce MOS en serie. La resistencia de pérdida de la red de conmutación se encuentra en el margen de 144 a 480Ω . Las salidas de las matrices de conmutación de la etapa C se conectan entre sí a través de un repartidor intermedio.

Medidas de protección

Pueden presentarse tensiones excesivas en las líneas de las extensiones y de enlace debido a descargas eléctricas o

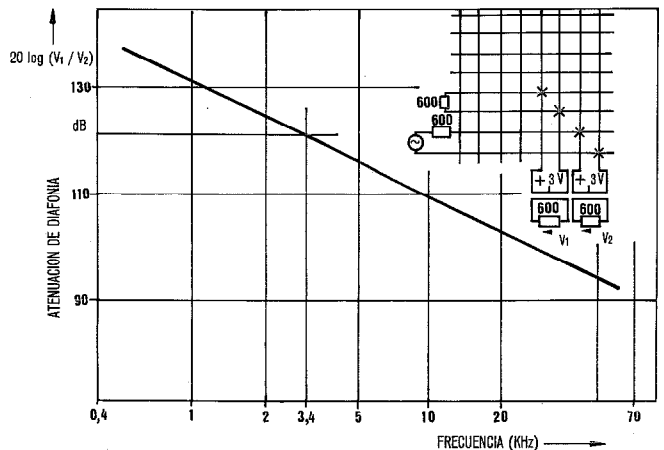


Fig. 3 Atenuación de diafonía entre dos conexiones establecidas en una matriz de conmutación de 4×4 .

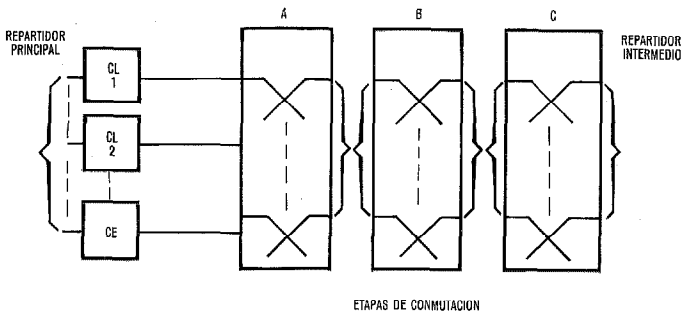


Fig. 4 Estructura de la red de conmutación y conexión de los circuitos periféricos.

contacto accidental con 220 V; también pueden producirse tensiones longitudinales por la proximidad de grandes corrientes. Si los conductores no estuvieran conectados a la red de conmutación a través de circuitos de protección adecuados, las sobretensiones destruirían los puntos de cruce MOS y las tensiones longitudinales los llevarían fuera de su margen de trabajo previsto.

En la figura 5 se ve cómo se protege la red de conmutación UNIMAT contra estos fenómenos externos. Limitadores de sobretensiones derivan las altas corrientes de las descargas eléctricas. Un corto impulso de tensión (1200 V como máximo) de duración suficiente para activar los limitadores de sobretensión llega a la red de conmutación a través de la capacidad de acoplamiento entre los arrollamientos del transformador de aislamiento, y es absorbido por los diodos de protección. El transformador rechaza las tensiones longitudinales y protege la red de conmutación de las consecuencias de un contacto con 220 V. Los diodos D_1 a D_4 garantizan que los puntos de cruce no pueden salirse de su margen de funcionamiento en ningún sentido (Fig. 1b). Están específicamente encargados de impedir que conduzcan los diodos de los substratos de los puntos de cruce [7].

Esta eficaz protección de la red de conmutación del sistema UNIMAT supone pérdidas de transmisión adicionales. Las resistencias de los arrollamientos de los transformadores de línea y enlaces son relativamente elevados (120 y 180 Ω) para obtener con transformadores de tamaño aceptable los valores de inductancia apreciables que son necesarios en estos puntos.

A fin de simplificar los esquemas que siguen, relativos a los circuitos de conversación, se prescinde de las resistencias y los diodos de protección.

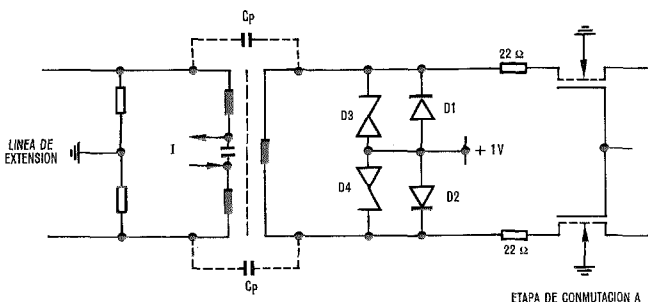


Fig. 5 Circuitos de protección en el lado de la extensión.

Diseño de transmisión en las comunicaciones con la central pública

Las administraciones europeas de telecomunicación exigen vías de transmisión transparentes en el caso de centrales privadas automáticas. Un sistema de conmutación telefónico transparente no afecta negativamente las conexiones establecidas desde un punto de de vista de transmisión. Sólo son admisibles desviaciones despreciables, tales como una pérdida de inserción de 1 dB, una pérdida de retorno de 20 dB (para 600 Ω) y una distorsión por retardo de grupo de menos de 100 μs .

La resistencia R_{ON} no despreciable de los puntos de cruce MOS y las pérdidas de los circuitos de protección no permiten tener una transmisión transparente sin tomar otras medidas. Por esta razón, se incorpora a cada enlace con la central pública un amplificador que compensa todas las pérdidas, garantizando así un elevado grado de transparencia (como se expondrá en detalle más adelante). El amplificador es ajustable, debido a los altos valores de tolerancia de las R_{ON} de los puntos de cruce.

Se puede también utilizar el amplificador para compensar la atenuación de las líneas de conexión principales [6]. Los enlaces cortos con la central pública pueden alargarse electrónicamente con el amplificador, y los enlaces largos pueden acortarse. El equivalente de referencia ya no depende esencialmente de la longitud del enlace. La agrupación de cápsulas (como en Alemania, por ejemplo), o el uso de dispositivos de regulación (por ejemplo, en Inglaterra) ya no son, por tanto, necesarios. Además, este sistema de compensación de la atenuación mejora también el equivalente de referencia del efecto local en las extensiones.

Hay indicios de que varias administraciones están adoptando una postura positiva hacia esta solución, en cuyo contexto el sistema UNIMAT ofrece una característica adicional en forma de dicha compensación de atenuación. En Alemania se han utilizado ya durante años líneas artificiales insertadas en el circuito de conversación de las líneas de abonados [9, 10].

Conexiones transparentes

Compensación de pérdidas

La figura 6 muestra la vía de transmisión de una conexión con la central pública en el sistema UNIMAT. Se consigue la compensación ajustable de las pérdidas mediante resistencias negativas ($-R_a$ y $-R_b$) [11]. Las tensiones con-

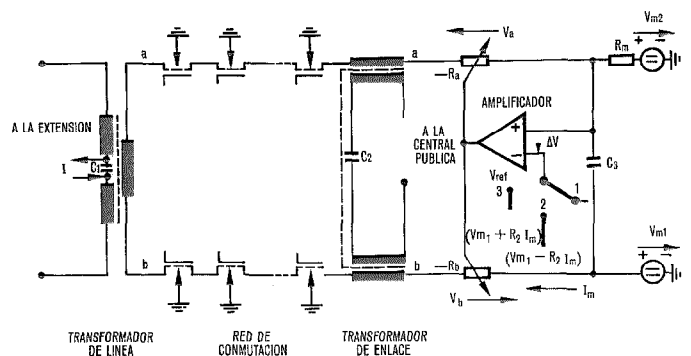


Fig. 6 Diseño básico de la vía de transmisión en conexiones con la central pública.

tinuas de alimentación V_{m1} y V_{m2} se aplican al bucle de conversación a través de R_m con una intensidad I_m de 1 mA. El control ajusta las resistencias negativas de forma que la caída de tensión ΔV debida a I_m se elimina. Por tanto, el bucle presenta pérdida nula y es así independiente de las resistencias de los puntos de cruce y de los transformadores. Las resistencias negativas de los hilos a y b tienen valores idénticos ($R_a = R_b$; $V_a = V_b$). Y como las R_{ON} de los pares de puntos de cruce sólo difieren ligeramente entre sí (véase el apartado "Punto de cruce"), se mantiene el equilibrio del circuito de conversación en conjunto. Este sencillo y preciso método de regeneración está basado en la identidad de la resistencia en CC y la reactancia en CA de un punto de cruce MOS, deducida de la ecuación (1).

$$\left. \frac{V_{DS}}{I_D} \right|_{I_D=I_m} \cong \left. \frac{\partial V_{DS}}{\partial I_D} \right|_{I_D=I_m} \cong \frac{1}{2K} \cdot \frac{1}{V_{GB} - V_t - V_{SB}} \quad (3)$$

donde

$$V_{DS} \ll (V_{GB} - V_t - V_{SB})$$

La precisión de la compensación que debe obtenerse está limitada básicamente sólo por la linealidad del bucle de conversación en conjunto. Los componentes de segundo y tercer orden de la serie exponencial que representa aproximadamente la característica del bucle de conversación

$$V = \sum_{n=1}^{\infty} a_n I^n \quad (4)$$

efectúan de hecho una ligera rectificación de la corriente alterna de conversación ($I = I_o \sin \omega t + I_m$) superpuesta a la corriente continua de referencia I_m . La pequeña tensión continua (ΔV_o) que se crea así en el bucle de control origina un ligero error de alineación. La resistencia del bucle ya no es nula sino

$$\Delta R_o = \frac{\Delta V_o}{I_m} \quad (5)$$

Los puntos de cruce y las resistencias variables están diseñados de forma que ΔR_o permanece despreciable ($< 15 \Omega$) hasta un nivel máximo de CA de conversación de +5 dBm.

Los transistores MOS en circuito integrado actúan como resistencias ajustables, según se ve en la figura 7 [12]. La adaptación de las características de control $R(V_s)$ de los transistores T_a y T_b , correspondientes a los hilos a y b , se obtiene mediante una adecuada configuración geométrica con sustrato común. La realimentación a través del amplificador operacional permite asegurar una linealidad óptima. Dicha configuración garantiza el amplio margen de ajuste que se precisa con una linealidad especialmente buena.

El convertidor de impedancia negativa flotante, que muestra la figura 8, transforma la resistencia ajustable en negativa [13]. Este convertidor es estable en circuito abierto a fin de garantizar la estabilidad aun después de romperse una conexión. El circuito del amplificador integral sólo es sensible a señales de entrada de continua. Su frecuencia de transición es 10 Hz.

Estabilidad

Se han realizado estudios de estabilidad de acuerdo con [14] a fin de eliminar totalmente cualquier riesgo de inestabilidad en las conexiones equilibradas a través de la central; los resultados se dan a continuación en forma resumida.

El circuito de conversación ideal es absolutamente estable, es decir, podrá terminarse por cualquier red bipolar pasiva (Z_1, Z_2) dada, sin riesgo de oscilación en el lado de la central pública ni en el de la extensión. Esta idealización presupone el empleo de transformadores ideales, condensadores de aislamiento infinitamente grandes y compensación precisa, y no permite pérdidas reales ni imaginarias entre los hilos a y b . El circuito teórico de este bucle de conversación, que muestra la figura 9, corresponde a una conexión transparente sin pérdida. El límite de estabilidad se alcanza cuando ambos extremos están en cortocircuito.

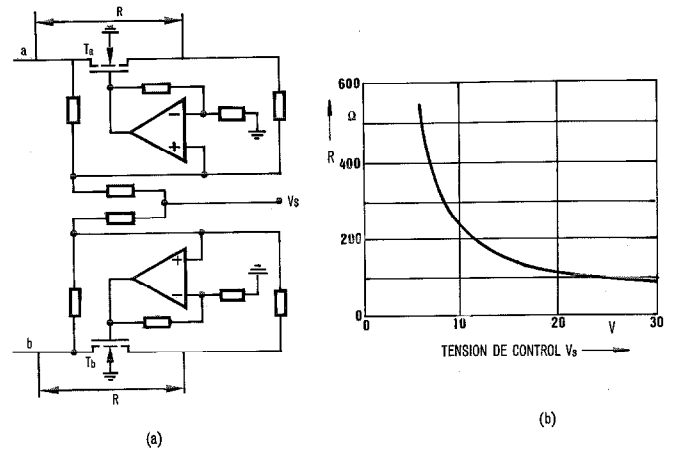


Fig. 7 Resistencia ajustable del amplificador de adaptación R .
a) circuito
b) característica.

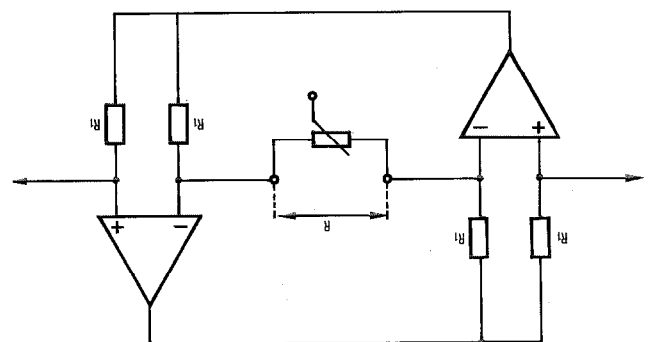


Fig. 8 Convertidor de impedancia negativa.

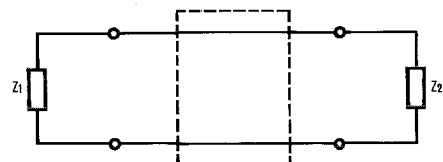


Fig. 9 Vía de transmisión ideal y transparente terminada por dipolos pasivos (Z_1 y Z_2).

En la práctica, en condiciones no ideales, dos parámetros influyen en la estabilidad. Las resistencias no compensadas de los arrollamientos de ambos transformadores ($r_1+r_2=80 \Omega$) tienen un efecto estabilizador y permiten tener una reserva de estabilidad de 0,6 a 0,7 dB en condiciones de cortocircuito simultáneo. Los condensadores que muestra la figura 10, situados entre los hilos *a* y *b* (C_{abi}) entre los hilos y tierra ($C_{ai}; C_{bi}$) dentro de la red de conmutación (concretamente entre las etapas C en los largos cables del repartidor intermedio) corcocircuitan las resistencias negativas, estables en bucle abierto, a las frecuencias más altas fuera del espectro de la banda de conversación. El ancho de banda de las resistencias negativas se limita con ayuda de los dos condensadores C_N para impedir oscilaciones (Fig. 10).

Un circuito de conversación compensado como se ha explicado anteriormente es estable tanto en cortocircuito como en circuito abierto en ambos extremos. Es también estable si está cerrado por cualquier enlace o extensión dados.

Transparencia

En la figura 11 se muestra el circuito equivalente de una conexión con una central pública, válido para toda la banda de conversación. No presenta pérdidas puramente óhmicas por la red de conmutación ni por los circuitos de protección ni por las resistencias de los transformadores asociados a la red de conmutación. Al carecer de estas pérdidas óhmicas, aparecen los siguientes componentes de importancia secundaria: la pequeña resistencia r_c que caracteriza la precisión de la compensación de atenuación ajustable y el componente inductivo equivalente ($L_c; R_c$) de limitación de banda. Por eso, las propiedades de transparencia vienen determinadas principalmente por los parámetros de los transformadores (L_1, L_2) y los condensadores de aislamiento (C_1, C_2, C_3). Se eligen de tal forma que la vía de transmisión es casi ideal en el medio de la banda y, en relación con la transparencia, queda dentro de los lími-

tes de la banda de conversación fijados por las administraciones.

En la figura 12a se muestra la variación de la pérdida de inserción medida en función de la frecuencia para una conexión con la central pública. En el esquema teórico de la figura 11 se ve que la parte de esta atenuación independiente de la frecuencia (0,7 dB) se debe a las resistencias de los arrollamientos primarios ($r_1+r_2=80 \Omega$) de los transformadores y al despreciable error de compensación r_c . La atenuación que corresponde a las resistencias de los arrollamientos es:

$$\alpha_B = 20 \log \left(1 + \frac{r_1 + r_2}{2 R_g} \right) = 0,6 \text{ dB} \tag{6}$$

con una terminación óhmica $R_g = 600 \Omega$. Por tanto, el componente del error de compensación r_c es 0,1 dB. La desviación del valor de atenuación medido es inferior a 0,1 dB. La distorsión de la pérdida de inserción en la banda de conversación a 800 Hz es menor de 0,2 dB. El ancho de banda para 3 dB es mayor de 20 kHz. En la figura 12b se muestra la pérdida de retorno medida para 600 Ω en función de la frecuencia. L_i y C_i se eligen de acuerdo con la ecuación

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = R_g^2 \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right) \tag{7}$$

para obtener los elevados valores de pérdida de retorno (más de 20 dB) que se necesitan aun a 300 Hz [15]. El empleo de transformadores con baja inductancia de fuga y la respuesta de frecuencia ajustable de las resistencias negativas garantizan que la pérdida de retorno cumple las condiciones más rigurosas, incluso en el límite superior de la banda (3,4 kHz).

La figura 12c muestra la variación de la distorsión por retardo de grupo medida con relación a 1800 Hz. Los elevados valores de L_i y C_i dan bajos valores de distorsión de no más de 80 μ s en el margen de 600 Hz a 3400 Hz. Estas excelentes propiedades de transparencia garantizan un equivalente de referencia del efecto local considerable en el caso de extensiones de 9 dB. Por consiguiente, pueden utilizarse aparatos telefónicos corrientes de la red pública para las extensiones sin necesidad de modificarlos [6, 17]. En resumen, ha quedado establecido que las propiedades de transparencia de los circuitos de conversación con puntos de cruce MOS del sistema UNIMAT son comparables a las de los circuitos que utilizan contactos metálicos.

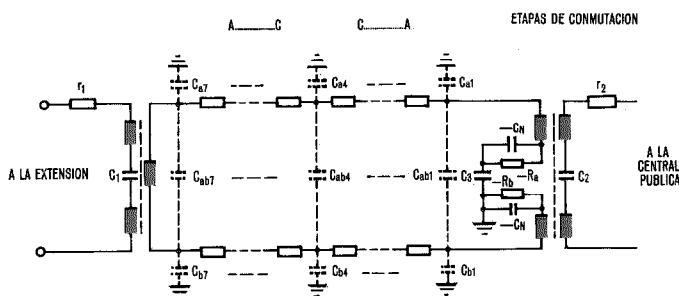


Fig. 10 Capacitancias de línea y de cableado en una conexión con la central pública.

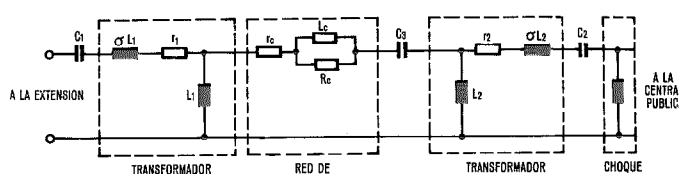


Fig. 11 Esquema equivalente de una conexión con la central pública.

Distorsiones lineal, armónica y de intermodulación

Las ecuaciones (1) y (2) demuestran que la R_{ON} de un punto de cruce MOS es aproximadamente lineal. La tensión fuente-substrato V_{SB} , la tensión fuente-drenaje V_{SD} y, debido al efecto del sustrato, la tensión de umbral V_t de cada conmutador MOS varían con la corriente alterna de conversación. Como la suma de estas variaciones de tensión puede llegar a 4 ó 5 V para un nivel de entrada de +5 dBm, R_{ON} estará modulada de acuerdo con la ecuación (2) a un alto nivel de entrada, a pesar de la elevada tensión de puerta ($V_{GB} = 18$ a 21 V). La figura 13 muestra cualitati-

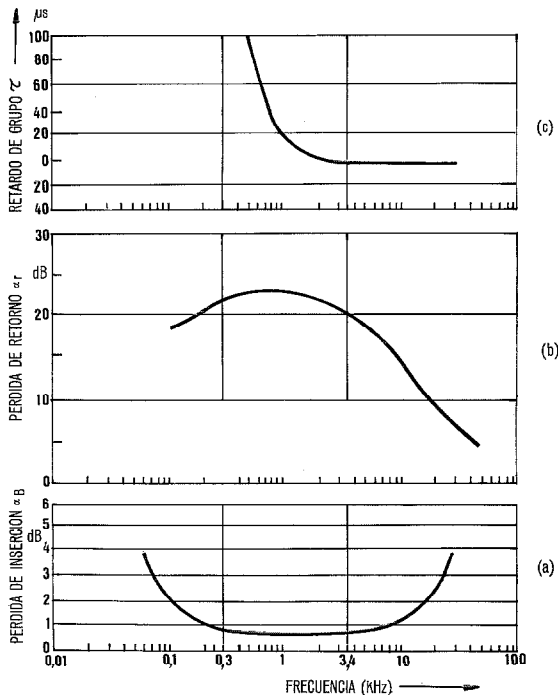


Fig. 12 Características UNIMAT.

- a) Pérdida de inserción α_B
- b) Pérdida de retorno (para 600 Ω) α_r
- c) Distorsión por retardo de grupo en una conexión con la central pública (con relación a 1,8 kHz).

vamente que estas variaciones de resistencia de los puntos de cruce se compensan en el circuito de conversación equilibrado del sistema UNIMAT.

La figura 13 muestra la variación del nivel de tensión a lo largo del circuito de conversación para un valor instantáneo de la corriente de conversación I . La fuente de corriente alterna se sustituye en el lado de la central pública por resistencias negativas $(-\frac{R_g}{2})$, siendo R_g (600 Ω) la resistencia terminal. Las tensiones fuente - substrato de los transistores son mayores en el hilo a y menores en el hilo b que la tensión fuente-substrato común V_m cuando no circula corriente por el circuito de conversación. Según la ecuación (2), R_{ON} crece aproximadamente en proporción al aumento de la tensión fuente-substrato. Por tanto, la resistencia de los puntos de cruce crece en el hilo a y disminuye en el b . La suma de las resistencias se mantiene constante con independencia de la corriente I .

Las resistencias ajustables MOS son componentes adicionales del circuito de conversación ligeramente no lineales. La mayor parte de los componentes de no linealidad que quedan después de las medidas de realimentación adoptadas según la figura 7 quedan compensados ente sí en el circuito equilibrado de conversación, como ocurre con los puntos de cruce.

Un análisis matemático exacto del circuito de conversación en conjunto demuestra que la no linealidad residual produce una pequeña tensión continua ΔV_o en el bucle de conversación, proporcional a la corriente de referencia I_m y a la corriente de la señal I , que origina una ligera depen-

dencia de nivel de la pérdida de inserción en el bucle de control (véase "Principio y diseño de la regeneración"). Hay, además, una distorsión armónica que, como se verá más adelante, se mantiene despreciable. El primer armónico es proporcional a la corriente de prueba I_m y a la corriente de señal I , y el segundo armónico es proporcional a I^2 . Los puntos de cruce y las resistencias ajustables están diseñados de tal forma que la pérdida de inserción no varía en más de $\pm 0,2$ dB en el peor caso con un nivel de entrada entre -60 dBm y +5 dBm. En este caso particular es posible demostrar matemáticamente que las distorsiones armónicas y de intermodulación se mantienen asimismo dentro de los límites prescritos (atenuación armónica > 40 dB a +5 dBm, atenuación de productos de intermodulación > 40 dB a un nivel de señal de -6 dBm).

La figura 14 muestra la variación de las atenuaciones del primer y del segundo armónicos y de la pérdida de inserción con el nivel de entrada. Los armónicos de tercer o su-

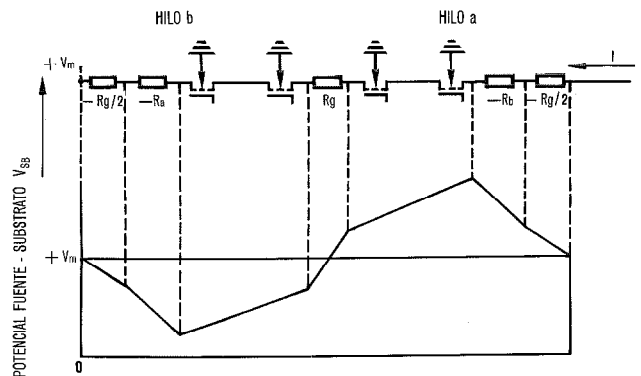


Fig. 13 Variación de la tensión a lo largo de una conexión con la central pública.

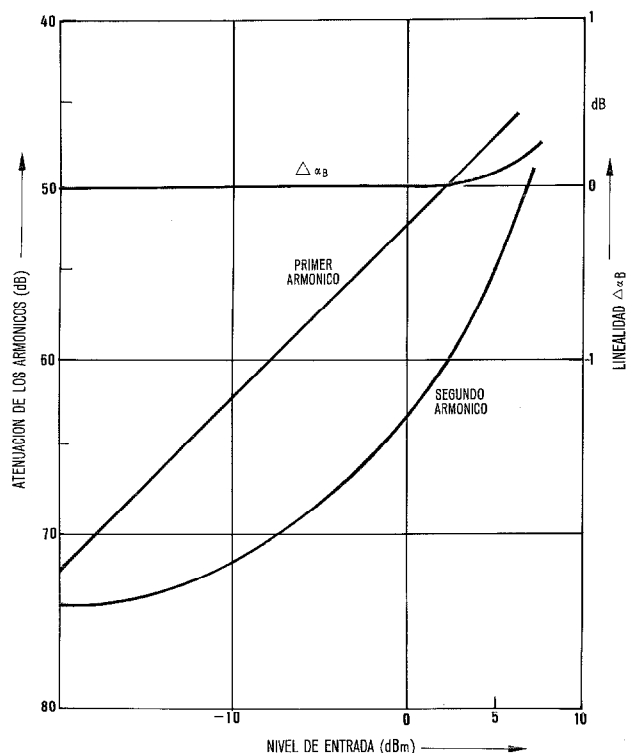


Fig. 14 Atenuación de los armónicos y pérdida de inserción relativa (linealidad $\Delta\alpha_B$) en función del nivel de entrada.

perior orden o no existen o tienen una amplitud despreciable. La mayor pendiente de las curvas para +6 dBm se debe principalmente a los diodos limitadores del circuito de protección. Las amplitudes de los productos de intermodulación están más de 70 dB por debajo de las amplitudes de las dos señales de entrada interferentes. Los resultados de las medidas demuestran, por tanto, que existe un alto grado de linealidad.

Atenuación de diafonía

Se eligió el principio de conmutación a dos hilos con circuito de conversación equilibrado para el sistema UNIMAT con intención de obtener elevados valores de atenuación de diafonía incluso entre vías de transmisión contiguas.

El acoplamiento inductivo entre transformadores adyacentes es sólo apreciable a bajas frecuencias. Separando suficientemente los transformadores se garantiza que la atenuación de diafonía en el sistema UNIMAT no sea inferior a 80 dB a la frecuencia de 300 Hz.

Los efectos de acoplamiento por capacidad, que se hacen más importantes al aumentar la frecuencia, aparecen entre los elementos de cada matriz de conmutación, entre circuitos de transmisión adyacentes o circuitos impresos contiguos, y entre tiradas de hilo paralelas. Los efectos de estos acoplamientos capacitivos no pueden explicarse con los cálculos aplicados a puntos metálicos convencionales [16], debido al empleo de resistencias positivas y negativas en el circuito de conversación, y se estudiarán con más detalle a continuación.

La figura 15 muestra el esquema simplificado equivalente de dos circuitos de conversación acoplados por capacidad. Ya se ha tenido en cuenta la excelente simetría de las resistencias de los puntos de cruce y de las resistencias negativas ajustables. Pueden ignorarse pequeñas desviaciones del estado ideal. La diafonía producida por el puente de capacidades desequilibrado (C_1, C_2, C_3, C_4) depende de las siguientes relaciones:

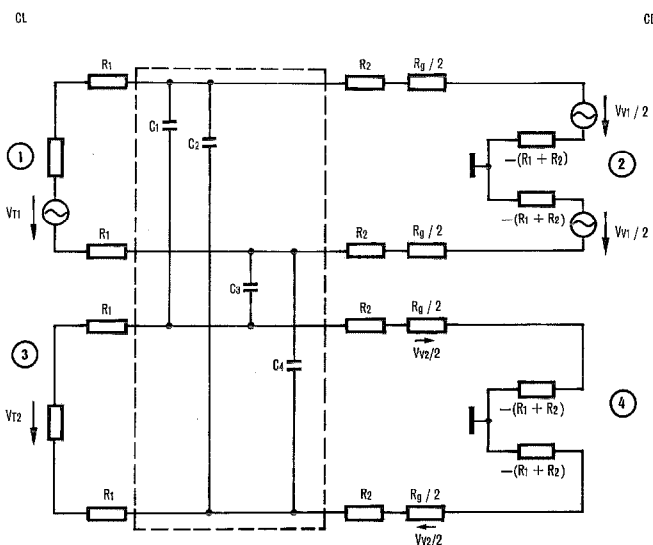


Fig. 15 Acoplamiento capacitivo entre dos conexiones con la central pública.

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{N(1 \rightarrow 3)} &= \frac{2 V_{T2}}{V_{T1}} \left| = K_S \left(1 - \frac{2 R_I}{R_g} \right)^2 \right. \\ &V_{V1} = 0 \\ \alpha_{N(1 \rightarrow 4)} &= \alpha_{N(2 \rightarrow 3)} = \frac{2 V_{V2}}{V_{T1}} \left| = 0 \right. \\ &V_{V1} = 0 \\ &= K_S \left(1 - \frac{2 R_I}{R_g} \right) \left(1 + \frac{2 R_I}{R_g} \right) \\ \alpha_{N(2 \rightarrow 4)} &= \frac{2 V_{V2}}{V_{V1}} \left| = K_S \left(1 + \frac{2 R_I}{R_g} \right)^2 \right. \\ &V_{T1} = 0 \end{aligned} \right\} (8)$$

con $K_S = \frac{j\omega(C_4 - C_2)R_g}{4}$, donde $C_1 = C_4$ y $C_2 = C_3$.

El menor valor de atenuación $\alpha_{N(2 \rightarrow 4)}$ es el que hay entre los terminales 2 y 4. Las atenuaciones $\alpha_{N(1 \rightarrow 3)}$ y $\alpha_{N(1 \rightarrow 4)}$ son apreciablemente mayores y en el caso de conexiones adyacentes pueden llegar incluso al infinito. Otros puentes de capacidades en puntos muy diferentes del circuito de conversación contribuyen a la diafonía. Su efecto es tanto mayor cuanto más "ceranos" están al circuito de enlace con la central pública (CE). Por consiguiente, se toman medidas para asegurarse de que las mayores capacitancias de acoplamiento aparezcan lo más lejos posible del enlace, entre las etapas C de conmutación (véase el apartado "Medidas de protección"). Los valores totales medidos para $\alpha_{N(1 \rightarrow 3)}$ o $\alpha_{N(1 \rightarrow 4)}$ son de 6 a 10 dB más altos que los de $\alpha_{N(2 \rightarrow 4)}$ para 3,4 kHz. Estos efectos no se dan en la diafonía por acoplamiento inductivo.

La curva a de la figura 16 da la atenuación de diafonía para la mayor parte de las conexiones (>95%). En un número de casos muy pequeño en que se establece una conexión a través de varios dispositivos selectores próximos entre sí y cuyos circuitos de línea y amplificadores también son adyacentes, se han medido valores de atenuación para el peor caso, $\alpha_{N(2 \rightarrow 4)}$, que se representan con las curvas b, c y d. Aun en estos casos particulares se cumplen plenamente las condiciones exigidas. Las vías de transmisión en el sistema UNIMAT se caracterizan por unos valores de diafonía extremadamente reducidos entre 300 y 3400 Hz.

Equilibrio con respecto a tierra

La figura 17 muestra los valores de equilibrio con respecto a tierra medidos en función de la frecuencia. Los elevados valores son producto de la buena simetría con relación a tierra de los transformadores de línea y de enlace, los choques y los circuitos de línea.

Conexiones con atenuación

Si se deseara un alargamiento electrónico del enlace con la central pública, el amplificador de adaptación sólo compensa parcialmente las pérdidas de línea de la conexión. En este caso, la tensión de referencia del amplificador de la figura 6 no es V_{m1} sino una tensión menor en $I_m R_1$ (posición 2 del conmutador). El amplificador asegura que la resistencia del bucle de conversación se mantiene constante

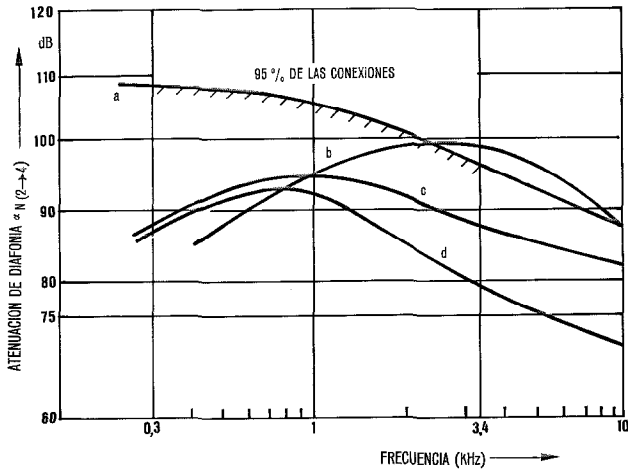


Fig. 16 Los valores típicos de la atenuación de diafonía entre circuitos de conversación en conexiones con la central pública están por encima de la curva a. Las curvas b, c y d se midieron entre circuitos contiguos en condiciones extremadamente desfavorables.

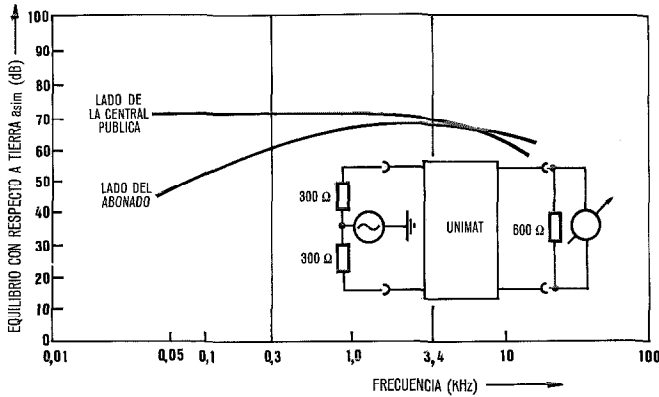


Fig. 17 Equilibrio con respecto a tierra.

en el valor R_1 . La resistencia serie total de la línea de extensión es entonces R_1 más las resistencias de los arrollamientos primarios de los transformadores de línea y enlace r_1 y r_2 , como muestra la figura 18. La necesaria capacidad en derivación C , según el tipo y longitud de la línea de enlace, se incorpora al circuito de conversación mediante otro arrollamiento del transformador del enlace. R_1 y C pueden calcularse de forma que puede alargarse el circuito de conversación en 1,6 km (con hilo de 0,4 mm de diámetro) en el caso de enlaces con la central pública cortos. Esto corresponde a la línea artificial KL [10] ya utilizada por la administración de Alemania Occidental.

Conexiones con amplificación

El sistema UNIMAT ofrece la posibilidad de reducir la atenuación prevista para las líneas de enlace de mayor longitud (por ejemplo, de más de 4 km, con hilo de 0,4 mm de diámetro). En la figura 19a se muestra el circuito equivalente en π de una línea. En la figura 19b se indica la equivalencia aproximada de los componentes en serie y en derivación dentro de la banda de conversación en forma de componentes discretos, siendo

$$l(RC\omega)^{1/2} < 1 \tag{9}$$

donde R y C representan los datos específicos de la línea y l su longitud. El cuadripolo con componentes negativos que se muestra en la figura 19c reduce a la mitad la longitud de la línea. El componente negativo en derivación se incorpora al circuito de conversación mediante un tercer arrollamiento del transformador del enlace. La resistencia negativa en serie adecuada se consigue por ajuste con el amplificador (Fig. 6). La tensión de referencia del amplificador no es ya V_{m1} sino una mayor de valor $V_{m1} + I_m R_2$ (posición 3 del conmutador).

La utilización de esta característica de funcionamiento elimina la necesidad de emplear teléfonos de alta sensibilidad (es decir, grupo de cápsula roja en la administración de Alemania Occidental), ya que pueden satisfacerse los planes de atenuación incluso con aparatos de sensibilidad media. Por otra parte, la impedancia de entrada de las líneas de enlace largas, reducida por el amplificador, da lugar a una mejora del equivalente de referencia del efecto local en la PABX [6].

Diseño de transmisión en las comunicaciones internas

A fin de compensar las diferencias de sonoridad consideradas molestas por los usuarios de la PABX, que se presentan entre las comunicaciones internas y las externas, las administraciones de telecomunicación europeas recomiendan la introducción de una atenuación de 6 a 10 dB en las conexiones internas. El sistema UNIMAT ha incorpo-

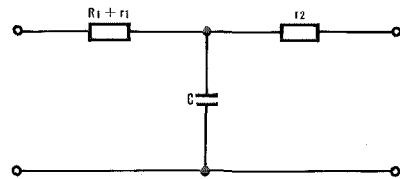


Fig. 18 Esquema teórico del circuito de conversación en conexiones con la central pública con atenuación.

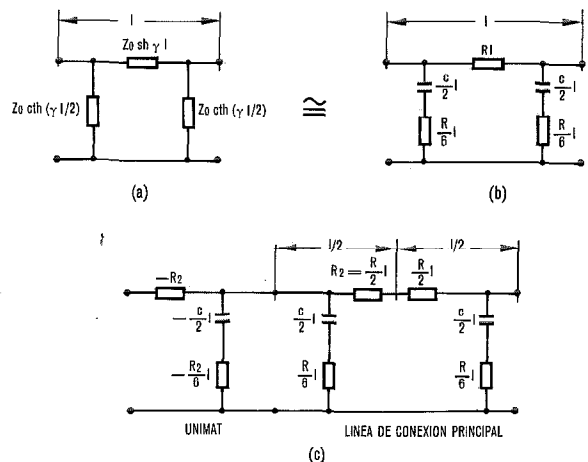


Fig. 19 Esquema de la conexión con amplificación de una centralita UNIMAT.

a) Esquema teórico en π de una línea

$$Z_o \cong \sqrt{\frac{R}{j\omega C}}; \gamma \cong \sqrt{jRC\omega}$$

b) Representación simplificada de la línea.

c) Principio de reducción del equivalente de referencia.

rado esta recomendación. Los circuitos de conversión, como se ve en la figura 20, están diseñados con componentes de atenuación puramente resistiva en CC. Las resistencias de los puntos de cruce, circuitos de protección y transformadores, que están presentes en todos los casos, representan las pérdidas en serie de los componentes de atenuación. Los componentes en derivación están incorporados simétricamente entre las etapas B y C, y los puntos de cruce MOS son igualmente los elementos de conmutación.

En la figura 21 se dan las variaciones de la pérdida de inserción y de la pérdida de retorno medidas en función de la frecuencia para una conexión interna. La tolerancia de los valores de las resistencias de los puntos de cruce afectan tanto a la pérdida de inserción como a la de retorno. Se ha visto, sin embargo, que la primera se mantiene dentro de los límites requeridos (6 a 10 dB) y que la segunda no baja de 20 dB para 600 Ω.

El ancho de banda está limitado a 70 kHz debido al transformador de línea. Puede ampliarse hasta 1 MHz sustituyendo los circuitos de línea por otros dispositivos periféricos. Por consiguiente, sería posible conmutar señales de vídeo con el sistema UNIMAT.

La distorsión por retardo de grupo difiere sólo marginalmente de la curva dibujada en el caso de conexión con la central pública en la figura 12 c.

La transmisión en las conexiones internas es más lineal que en las externas, con sus resistencias ajustables no lineales. No se ha podido determinar en las medidas ninguna dependencia de la pérdida de inserción de las corrientes de conversión. El tercer armónico dominante está separado por 60 dB, al menos, de la señal fundamental a +5 dBm. La amplitud del segundo armónico es despreciable, ya que no circula corriente de prueba por el circuito de conversión (véase el apartado "Distorsiones lineal, armónica y de

intermodulación"). La separación entre el fundamental y los productos de intermodulación es mayor de 80 dB.

La atenuación de diafonía entre las conexiones internas es mayor que entre conexiones externas, puesto que la influencia de las resistencias negativas descritas en el apartado "Atenuación de diafonía" no existe en la diafonía por acoplamiento capacitivo; por tanto, los valores de atenuación aumentan aun en el caso desfavorable, en las frecuencias más altas, en 3 ó 4 dB. La atenuación de diafonía también aumenta proporcionalmente a la pérdida de inserción de las conexiones establecidas (Fig. 22).

Conclusiones

El desarrollo del sistema UNIMAT 4080 y el consiguiente programa de pruebas han permitido alcanzar todos los objetivos de transmisión.

El empleo de técnicas MOS en las etapas de conmutación ha mantenido plenamente la transparencia de las conexiones con la central pública y ha proporcionado nuevas características de funcionamiento. Las conexiones internas sufren una atenuación y las conexiones externas pueden hacerse con alargamiento o con acortamiento de la línea de enlace con la central pública, contribuyendo así a la uniformidad de las líneas de conexión principales.

Las PABX UNIMAT están en pruebas por varias administraciones nacionales de telecomunicación y el sistema está casi en la fase de producción.

Referencias

- [1] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Volumen VI. 1, Señalización y Conmutación Telefónicas, Recomendación Q.45, Características de transmisión de una central internacional, págs. 54-61.
- [2] Redes telefónicas locales, Capítulo V, 1 julio 1968, (Publicación del CCITT).

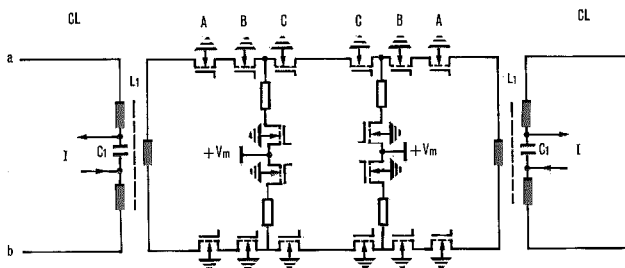


Fig. 20 Circuito de conversión en conexión interna.
I - corriente de bucle del aparato telefónico
CL - circuitos de línea.

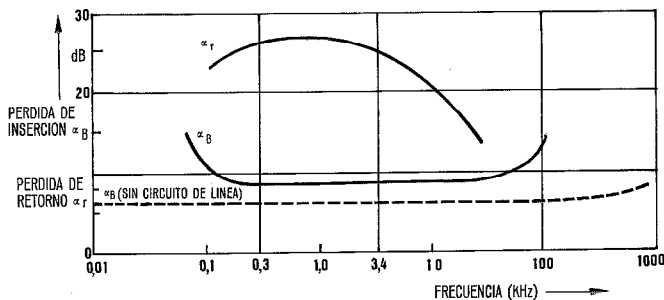


Fig. 21 Pérdida de inserción α_B y pérdida de retorno α_r en una conexión interna.

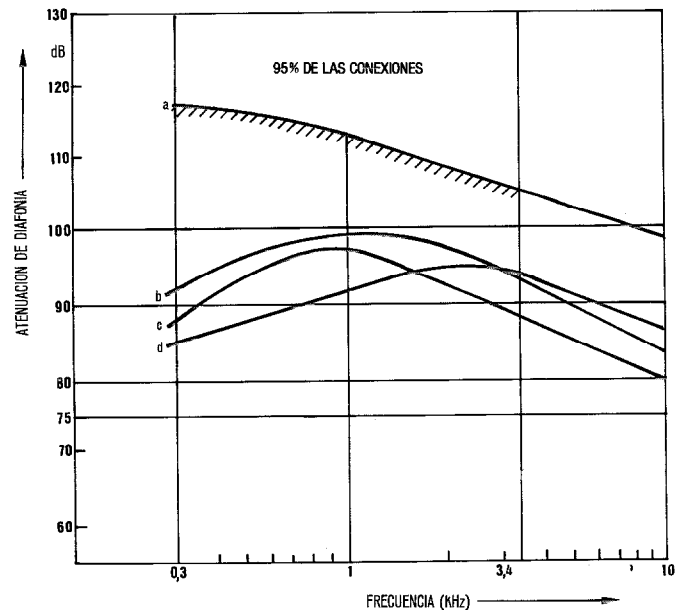


Fig. 22 Los valores típicos de la atenuación de diafonía entre circuitos de conversión en conexiones internas están por encima de la curva a. Las curvas b, c y d se midieron entre circuitos contiguos en condiciones extremadamente desfavorables.

- [3] Übertragungstechnische Forderungen an Nebenstellenanlagen. Deutsche Bundespost Fernmeldetechnisches Zentralamt, Richtlinie 12R4, Darmstadt, marzo 1971.
- [4] General Instructions on the Telecommunications Service, PTT, TC1, Nr 500-85, Imprimerie Nationale, París, 1969.
- [5] Post Office Requirements for Telecommunications, Exchange Systems and Subscriber Apparatus, Large and Medium Size Privately-Owned PABX's POR 1050, British Post Office Telecommunications Headquarters, Edition 3, diciembre 1974.
- [6] L. Gasser: Preferred Transmission Modes in PABX's. Proceedings of the Private Electronic Switching Symposium. IEE Conference, Londres, 12-14 abril 1978.
- [7] L. Gasser y K. Széchényi: Some Properties of Integrated Electronic Crosspoints. International Switching Symposium (ISS), 1976, Kyoto, Contribution n° 512-3-8.
- [8] R. S. C. Cobbold: MOS transistor as a 4 = Terminal Device. Electronics Letters 2 (1966) 6, págs. 189-190.
- [9] P. Pfeifer: Fernsprechapparat 61, der neue Fernsprechapparat der Deutschen Bundespost. Unterrichtsbl. Dt. Bundespost 16 (1963) 12, págs. 359-371.
- [10] H. Kunze, G. Schneider: Leistungsmerkmale und struktureller Aufbau des elektronisch gesteuerten Ortswählsystems 1 (EWSO1). Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesen 1971. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Bad Windsheim 1970.
- [11] L. Gasser y K. Széchényi: Schaltungsanordnung zur Enddämpfung von elektronischen Schaltern mit linearer Strom-Spannungscharakteristik, insbesondere von Koppelementen einer Fernsprechvermittlungsstelle, Patente alemana n° 2419357, solicitada 17 abril 1974.
- [12] K. Széchényi: Elektronisch regelbarer Widerstand. Patente alemana n° 2549610, solicitada 5 noviembre 1975.
- [13] A. Antoniou: Floating Negative-Impedance Converter IEEE, CT marzo (1972), págs. 209-212.
- [14] H. Wolf: Lineare Systeme und Netzwerke, 1. Aufl. Springer Verlag, Berlín-Heidelberg, Nueva York, 1971, págs. 243-261.
- [15] L. Gasser y K. Széchényi: Electronic Crosspoints in Space Division Switching Systems, ISS 1974, Munich, Contribution n° 216.
- [16] R. Rahmig: Niederfrequenz-Übertragungstechnik, 1. Aufl., Verlag Berliner Union GmbH, Stuttgart 1972, págs. 49-54.
- [17] L. Gasser y A. van de Laar: Un método de análisis del equilibrado del efecto local en los aparatos de abonado, Comunicaciones Eléctricas, 1976, volumen 51, n° 3, págs. 196-199.

Herbert Faigle nació en Beihingen, Württemberg el 6 de septiembre de 1940. Estudió telecomunicaciones en la Universidad Técnica de Stuttgart. Ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG en 1974 y trabaja en el laboratorio en técnicas de transmisión y desarrollo preliminar de productos de telecomunicación para clientes privados.

Kálmán Széchényi nació en 1944 en Gyöngyös, Hungría. Estudió electrónica en la Universidad Técnica de Budapest y se graduó en 1968. Después de trabajar dos años en el Instituto de Investigación de Física Técnica de la Academia Científica Húngara, ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG en 1971. Actualmente está a cargo de un grupo que trabaja en técnicas teóricas de transmisión analógica para productos de telecomunicación.

Gerard van de Ven nació en Sint-Oedenrode, Holanda, en 1942. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad Técnica de Eindhoven y se graduó en 1972. Ese mismo año ingresó en SEL, donde trabaja en un grupo que se ocupa de técnicas teóricas de transmisión analógica para productos de telecomunicación.

Jürgen Zanzig nació en Dabringhausen, Rhineland, Alemania, el 12 de junio de 1946. En 1971 concluyó sus estudios de telecomunicación en la Escuela Técnica de Colonia. Ese mismo año comenzó sus tareas como ingeniero de desarrollo en Standard Elektrik Lorenz AG, en el grupo de productos de telecomunicación para clientes privados, donde actualmente se ocupa de problemas relacionados con técnicas de transmisión analógicas.

Aparato telefónico de manos libres con volumen controlado perteneciente a la familia INTERMAT*

El usuario de teléfono está acostumbrado a utilizar un conjunto auricular-micrófono que debe sujetar en su mano. El nuevo aparato tiene, entre otras importantes ventajas, la de dejarle las manos libres durante la conversación. Sin embargo, esto actualmente implica unas condiciones acústicas de escucha y habla de peor definición que en el caso de utilizar un microteléfono. En consecuencia, debe encontrarse una solución de compromiso entre las características acústicas y las de transmisión, cuando se diseña un aparato de abonado de manos libres.

M. SLAWIK

H. WIEDMANN

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

En las primeras generaciones de aparatos telefónicos, el auricular y el micrófono eran elementos separados. La principal razón que motivó que fueran colocados en un conjunto que debe sujetar el abonado, fue la mejor definición alcanzada en condiciones acústicas límites, tanto en recepción como en transmisión. Actualmente durante la conversación, el receptor se encuentra junto a la oreja y el micrófono junto a la boca del abonado. Esta posición prefijada del transmisor y del receptor es necesaria para asegurar una buena calidad de transmisión en la red telefónica existente, incluso en las condiciones más desfavorables (líneas largas, mucho ruido ambiente, etc.). El usuario del teléfono de nuestro tiempo acepta el conjunto receptor-transmisor de mano, como una parte imprescindible de un aparato telefónico.

La mayor parte de las llamadas telefónicas son llamadas de negocios que se establecen entre abonados de la misma red local o regional, o bien se trata de llamadas internas entre los abonados de la misma centralita privada. Debido a que en estos casos sólo se utilizan longitudes medias o cortas de línea telefónica, no se alcanza nunca la atenuación máxima prevista en el equivalente de referencia del plan de transmisión.

Por lo tanto, existe una cierta reserva de atenuación que puede emplearse en comunicaciones a través de aparatos telefónicos de manos libres. La cápsula microfónica puede ser reemplazada por un micrófono más sensible, colocado en el propio aparato, y la cápsula receptora por un altavoz. Todo esto resulta en las siguientes ventajas para el usuario:

- La conversación se mantiene sin necesidad de microteléfono; esta ventaja es particularmente importante cuando deben utilizarse las manos para otra función (tomar notas, búsqueda de datos en archivos o libros, etc.).
- Existe una completa libertad de movimiento para el usuario ya que puede hablar a mayor distancia del aparato telefónico.
- Otras personas pueden escuchar la conversación completa, ya que se recibe a través de un altavoz, y si es necesario, pueden participar activamente en la conversación hablando a través del micrófono del aparato de abonado.

Objetivos

El objetivo del desarrollo fue el diseño de un conjunto altavoz - micrófono con las siguientes características:

- Pequeño tamaño, para poder alojarlo en un aparato telefónico de diseño moderno.
- Posibilidad de ser empleado en conexión con centralitas automáticas privadas (PABX), así como en conexión con la red telefónica pública.

Tabla de abreviaturas

A_1 a A_7	- amplificadores de ganancia fija
AV_1 a AV_3	- amplificadores de ganancia variable
G_1 a G_3	- rectificadores
K_1 a K_5	- etapas de acoplamiento
L_a, L_b	- línea de abonado
TR 1	- transformador de acoplamiento
TR 2	- bobina híbrida
Z_1 a Z_2	- circuitos de retardo
α	- atenuación de la línea de abonado
α_D	- atenuación por transmisión a través del aire entre dos personas hablando
α_E	- atenuación por transmisión a través del aire en la dirección de recepción (altavoz-oido)
α_{GS}	- atenuación de la bobina híbrida en la dirección de emisión
α_{GE}	- atenuación de la bobina híbrida en la dirección de recepción
α_L	- atenuación por transmisión a través del aire, entre el altavoz y el micrófono
α_{LTG}	- atenuación total de la línea desde el abonado A al abonado B
α_R	- atenuación del efecto local de la bobina híbrida
α_S	- atenuación por transmisión a través del aire en la dirección de emisión (boca-micrófono)
β_S	- ganancia en la dirección de emisión
$\Delta\beta_S$	- variación de ganancia en la dirección de emisión
β_E	- ganancia en la dirección de recepción
$\Delta\beta_E$	- variación de ganancia en la dirección de recepción
f	- frecuencia
H	- oscilación del control de volumen
L	- altavoz
M	- micrófono
p_E	- nivel de recepción
p_S	- nivel de emisión
R_S	- resistencia de bucle de la línea de abonado
S	- alimentación
u_L	- constante de transferencia del altavoz
u_M	- constante de transferencia del micrófono
V_1	- caída de potencial a través de los terminales de línea L_a/L_b
V_2	- caída de potencial a través del circuito de manos libres
V_3	- tensión de alimentación para el circuito de manos libres

* Marca registrada del sistema ITT

- Alimentación a través de la línea normal de abonado, con independencia de su polaridad.
- Características de vida y fiabilidad comparables con los equipos existentes de telecomunicación.

Problemas básicos

Los factores de interferencia que perturban la utilización de equipos de manos libres han sido investigados y descritos en otras publicaciones [1] desde el punto de vista de las características acústicas y de transmisión. Con el fin de soslayar las dificultades producidas por dichas interferencias, se han tomado una serie de medidas que se describen a continuación.

Factores acústicos

En la figura 1 aparecen representados los factores acústicos más importantes. Una interferencia importante es la provocada por el hecho de que todo el ruido ambiente (señal de interferencia) se recibe y trata por el micrófono de la misma forma que la señal de voz (señal útil). La relación señal - ruido es, por tanto, inferior que en el caso de emplear microtelefono, el cual recibe una señal micrófónica directa y bien definida. La misma consideración es aplicable en la recepción, en la que el oído humano recibe a la vez la señal útil y las señales de interferencia en la misma forma.

En el esquema de la figura 1, la señal que procede del abonado B es reproducida por el altavoz. Esta señal se propaga por el aire (con una atenuación α_L) y, después de un retardo que depende de la acústica de la habitación, es recibida por el micrófono, desde donde es devuelta al abonado B. El retardo produce un efecto de reverberación al cual no está acostumbrado el abonado.

La misma figura muestra la existencia de otro circuito de acoplamiento (con una atenuación α_R), existente entre el micrófono y el altavoz (a través del acoplamiento residual de los lados emisor y receptor de la bobina híbrida, en la salida a cuatro hilos). De esta manera se forma el siguiente bucle: lado de emisión - híbrida, lado receptor y se cierra por el aire. Si la ganancia del bucle indicado es mayor o igual que la unidad, se produce canto en el altavoz debido a realimentación. Esto supone una molestia para el usuario y deben tomarse precauciones especiales para evitarlo. Aparte de las precauciones puramente acústicas, se puede emplear un circuito especialmente diseñado para suprimir el canto.

Control de volumen

La figura 2 esquematiza el principio del control de volumen. La ganancia se controla en ambos sentidos de transmisión como una función del nivel de voz. Un aumento de la ganancia en el lado de emisión provoca la reducción correspondiente en la ganancia del lado de recepción y viceversa. De esta manera se reduce la ganancia global del circuito por medio de un control de volumen oscilante. En principio, la oscilación del control de volumen, y por tanto el margen al punto de canto, podría ser muy fuerte. El caso extremo sería aquél en que se conectasen y desconectasen alternativamente los sentidos de transmisión.

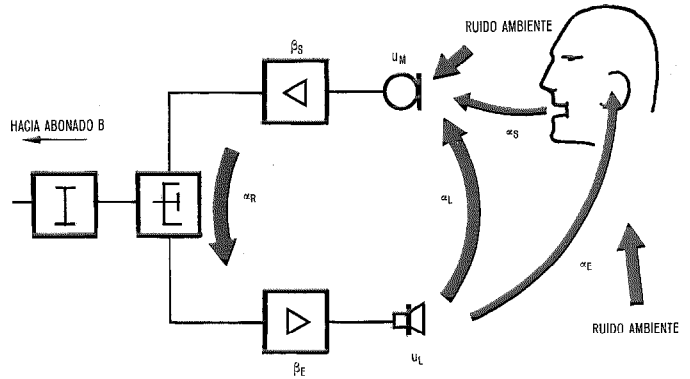


Fig. 1 Factores electroacústicos que afectan al abonado A en una conversación con teléfono de manos libres.

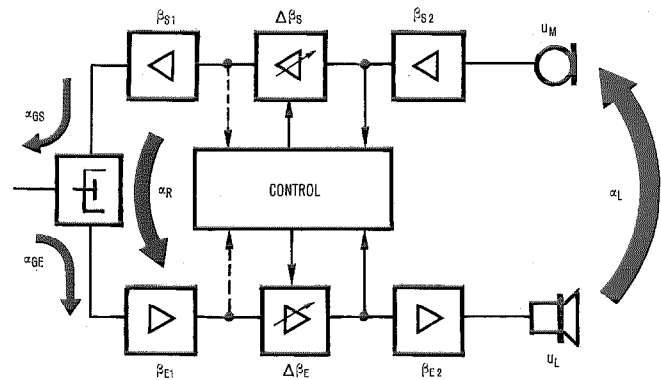


Fig. 2 Principio de funcionamiento del dispositivo de aparato de abonado sin microtelefono.

No obstante, la conmutación de los lados de transmisión no es posible en funcionamiento dúplex (ambos sentidos simultáneamente), circunstancia que es normal en comunicaciones telefónicas. Debido a que el circuito de transmisión asociado no se conecta hasta que se comienza a recibir la señal en ese sentido, es posible que las sílabas del comienzo de las palabras sean suprimidas tanto en el sentido de recepción como en el de emisión. Si el nivel de la conversación cae por debajo de un límite predeterminado (por ejemplo al final de las palabras), el camino de transmisión podría ser prematuramente interrumpido y las sílabas finales de las palabras recortadas. Ambos fenómenos producen una mutilación de las palabras y, por tanto, el deterioro de la inteligibilidad.

Además, en presencia de un fuerte ruido ambiente, un control de volumen de oscilación muy fuerte tendría el peligro de mantener permanentemente conectado un sentido de transmisión y, en consecuencia, permanentemente desconectado el otro sentido. Cuando tal ruido ambiente excesivo es recogido por el micrófono, se conectará el lado de emisión y se bloqueará el lado de recepción. A la inversa, la recepción de ruido fuerte, conectará permanentemente el lado de recepción y bloqueará el lado de emisión. De esta forma, no se podrá mantener una conversación.

Los dos últimos desequilibrios mencionados pueden evitarse empleando un control de volumen de muy baja oscilación. Por otro lado, un margen con respecto al punto

de canto suficientemente amplio, requiere que la oscilación del control de volumen sea lo más alta posible. En consecuencia, en un aparato de abonado de manos libres, la oscilación del control de volumen debería ser elegida lo suficientemente alta como para asegurar un margen adecuado con respecto al punto de canto por un lado, y una buena calidad de conversación por otro. El valor óptimo de la oscilación puede calcularse como una función de las condiciones particulares de funcionamiento.

Oscilación del control de volumen

En una conversación directa entre dos personas (es decir, en una situación de conversación ideal), el nivel de recepción p_E en el oído del oyente, es igual al nivel de envío p_S en la boca de la persona que habla, menos la atenuación α_D provocada por el recorrido a través del espacio aéreo que separa a ambas personas (medio de transmisión directa). Es decir:

$$p_E = p_S - \alpha_D \tag{1}$$

No obstante, en una conexión telefónica entre los abonados que utilicen aparatos con altavoces, el nivel de recepción se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$p_E = p_S - \alpha_S + 20 \log \mu_M + 20 \log \beta_S - \alpha_{GS} - \alpha_{LTG} - \alpha_{GE} + 20 \log \beta_E + 20 \log \mu_L - \alpha_E \tag{2}$$

El significado de los símbolos se explica en la tabla de abreviaturas.

Para el margen al punto de canto, la siguiente relación se deriva directamente de la figura 1.

$$20 \log \mu_M + 20 \log \beta_S - \alpha_R + 20 \log \beta_E + 20 \log \mu_L - \alpha_L < 0 \tag{3}$$

En lo concerniente al control de volumen (Fig. 2) se supone que:

$$20 \log \Delta\beta_S = - 20 \log \Delta\beta_E \tag{4}$$

En cada camino de transmisión puede insertarse una atenuación positiva y otra negativa. La oscilación del control de volumen viene a ser:

$$H = | 2 \times 20 \log \Delta\beta_{S \max} | = | 2 \times 20 \log \Delta\beta_{E \max} | \tag{5}$$

En la hipótesis de que α_D es aproximadamente igual a $\alpha_S + \alpha_E$, se puede establecer la siguiente relación derivada de las ecuaciones (1) a (5).

$$H \geq \alpha_{LTG} + \alpha_{GS} + \alpha_{GE} - \alpha_R - \alpha_L \tag{6}$$

Esta ecuación establece una condición para el margen de oscilación del control de volumen, que debe tenerse en cuenta en el diseño del circuito.

Realización

Todos los elementos del equipo están colocados en una carcasa de la familia INTERMAT [2]. La nueva familia de productos INTERMAT incluye sistemas de intercomunicación y de secretaria [3] así como aparatos telefónicos de sobremesa.

Conexión del aparato de abonado de manos libres

La atenuación transversal de la bobina híbrida debe ser tan alta como sea posible. Por tanto, se requiere una bobina híbrida que esté equilibrada de acuerdo con el futuro campo de aplicación del aparato de abonado (PABX y red

telefónica pública). Una bobina híbrida optimizada desde el punto de vista de la atenuación entre los lados emisor y receptor de la salida de cuatro hilos, para las aplicaciones mencionadas, es la utilizada en el aparato telefónico FeAp 61 del Deutsche Bundespost. La figura 3 muestra cómo los circuitos de emisión y recepción del aparato de manos libres, están acoplados a la bobina híbrida del FeAp 61. El empleo de esta bobina híbrida tiene la ventaja adicional de que, en caso de funcionamiento con microteléfono, pueden emplearse las cápsulas receptora y transmisora aprobadas por el Deutsche Bundespost.

El aparato de abonado de manos libres se alimenta desde la propia línea de abonado. De la tensión V_1 que llega a través de la línea, se deriva una tensión V_2 en serie con la bobina híbrida. Un aparato telefónico normal precisa de una tensión mínima de $V_1 = 3 \text{ V}$ entre los hilos La/Lb.

Esto se traduce con los sistemas de conmutación usualmente empleados en la red telefónica pública, en una resistencia de bucle admisible de $R_S = 1250 \ \Omega$ (Fig. 4, ejemplo a). El aparato sin microteléfono necesita una tensión en línea de $V_1 = 8,5 \text{ V}$, que corresponde a una resistencia de bucle máxima admisible de $R_S \approx 800 \ \Omega$ (Fig. 4, ejemplo b).

Sobre la base de los tipos de cable usuales (diámetros de hilo de 0,4 y de 0,6 mm), supongamos que se emplea un cable ficticio de 0,5 mm de diámetro. Con una resistencia de bucle en el cable de $200 \ \Omega/\text{km}$ y la resistencia máxima admisible de bucle de $800 \ \Omega$ aproximadamente, tendremos que la máxima longitud de línea de abonado admisible es de 4 km. Con una atenuación de $1,75 \text{ dB/km}$ aproximadamente, la atenuación de la línea de abonado empleada alcanza los 7 dB (Fig. 4, ejemplo b). Teniendo en cuenta que se pierden otros 1,5 dB por pérdidas de inserción en la central y en equipos adicionales en ambos extremos, tendremos una atenuación total en la línea de abonado de 8,5 dB. Esta atenuación unida a la máxima atenuación de línea admisible entre centrales terminales, que es de 17 dB, resulta en una atenuación máxima para el camino de transmisión completo que alcanza

$$\alpha_{LTG} = 34 \text{ dB} \tag{7}$$

Usando los valores más desfavorables para las atenuaciones de la bobina híbrida α_{GS} y α_{GE} , la atenuación trans-

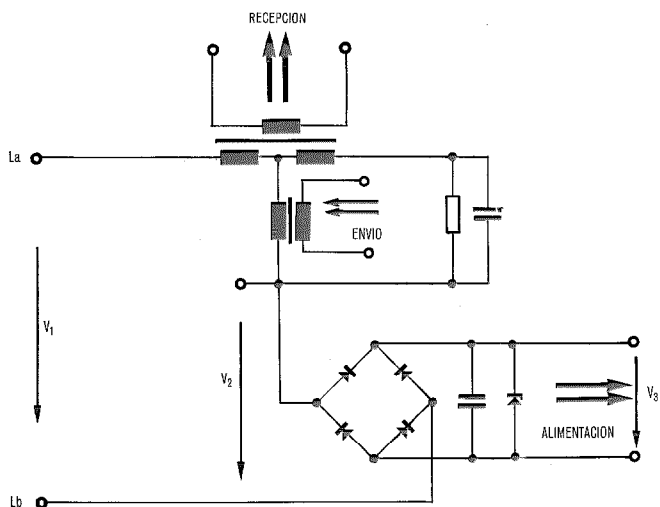


Fig. 3 Principio de conexionado del circuito de manos libres a la bobina híbrida y a la alimentación.

versal, α_R , y la atenuación del circuito a través del aire entre el altavoz y el micrófono α_L , sustituidos en la ecuación (6), y empleando la ecuación (7), se llega a la conclusión de que la oscilación necesaria en el control de volumen debe de ser de

$$H \geq 22 \text{ dB} \quad (8)$$

Si $H = 22 \text{ dB}$, podría presentarse canto en el circuito. La oscilación del control de volumen establecida en el circuito propuesto es de $H = 28 \text{ dB}$, de manera que el margen de canto existente es de 6 dB .

Aparatos de manos libres de este tipo pueden, por supuesto ser utilizados en bucles con una resistencia $R_s > 800 \Omega$. (Fig. 4, ejemplo b). En este caso, se necesita una alimentación suplementaria. Debido a que la atenuación total del camino de conversación no debe exceder de 34 dB , la longitud de la línea del abonado B debe tener un valor consecuentemente más corto.

Conexiones con atenuaciones que sobrepasen los 34 dB no existen en las PABX, pero pueden encontrarse en redes telefónicas públicas. Estadísticas de distribución de líneas directas entre centrales, realizadas por el Deutsche Bundespost, muestran que a lo sumo un 5% de todas las conexiones telefónicas tienen una atenuación mayor de 34 dB . Además como existe una pequeña probabilidad de que ambos abonados, A y B, dispongan de aparato de abonado sin microteléfono, solamente son de esperar en muy pocos casos dificultades en las conexiones desde el punto de vista de transmisión. Debería atraerse la atención de los usuarios hacia este problema, e indicárseles que utilicen el microteléfono en este caso. Esta recomendación es crecientemente aceptada [4].

Circuito eléctrico

El aparato de abonado de manos libres de la familia de productos INTERMAT tiene las siguientes características:

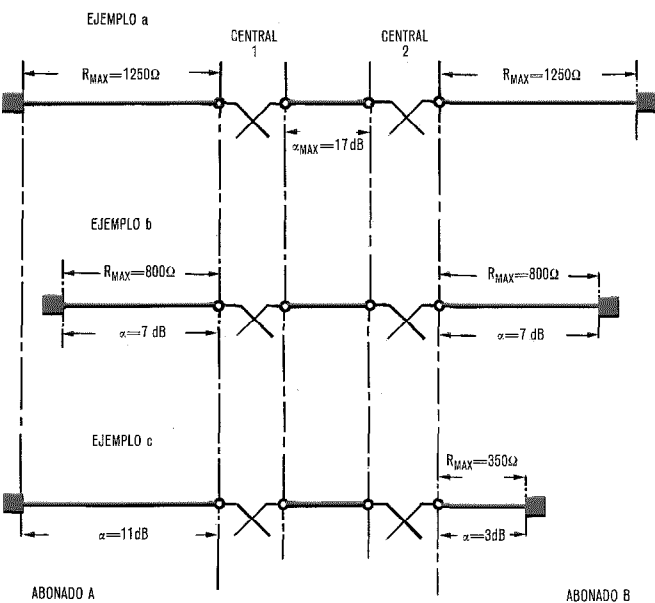


Fig. 4 Comparación entre los márgenes de aplicación de los aparatos normales de abonado y el aparato manos libres
 a) Resistencia de bucle $R_s = 1250 \Omega$
 b) Resistencia de bucle $R_s = 800 \Omega$
 c) Resistencia de bucle $R_s < 800 \Omega$

- la misma bobina híbrida que al aparato de abonado FeAp 61
- alimentación a través de la propia línea de abonado
- alojamientos separados para el altavoz y el micrófono
- control de volumen (oscilación de 28 dB).

La realización del control de volumen es especialmente crítica, ya que su eficacia depende en gran manera de la velocidad de conmutación y de los niveles límites de conmutación, cuyos efectos son muy difíciles de juzgar objetivamente. En consecuencia para el desarrollo del equipo se han tomado primeramente en consideración impresiones subjetivas. Se realizaron pruebas conversacionales: por ejemplo, a usuarios potenciales se les preguntó acerca de la calidad, en general, de diferentes equipos de control de volumen por la voz. Además, las pruebas de articulación silábica con logatomos informaron sobre el efecto de la velocidad de conmutación, y por tanto, la inteligibilidad. Después de concluido el diseño, el aparato sin microteléfono sufrió una prueba conversacional final, en condiciones reales, para probar su perfecto funcionamiento. Una descripción detallada de dichas pruebas se dará en un artículo posterior. La circuitería adoptada como resultado de estas pruebas, se muestra en la figura 5.

La señal a enviar se aplica, a través del micrófono M y del preamplificador A_1 , a la entrada del amplificador de ganancia variable AV_1 . La señal que sale de este amplificador es posteriormente tratada por el amplificador final A_2 y aplicada, a través del transformador TR_1 , a la línea telefónica (La/Lb). La señal para el control de volumen es extraída directamente de la señal a enviar, una vez que ha sido tratada por el preamplificador A_1 . Dicha señal es tratada por varias etapas amplificadoras, la primera de las cuales es el amplificador variable AV_2 . Después la señal es rectificada por G_1 , retardada por Z_1 e invertida linealmente por K_1 . La señal resultante controla la ganancia del amplificador variable AV_1 y, dependiendo del nivel de envío, abre el lado de emisión.

La señal de recepción se extrae del secundario del transformador híbrido TR_2 y se aplica, a través del amplificador A_3 , a la entrada del amplificador variable AV_3 ; después, una vez tratada por el amplificador final A_4 , alimenta al altavoz L.

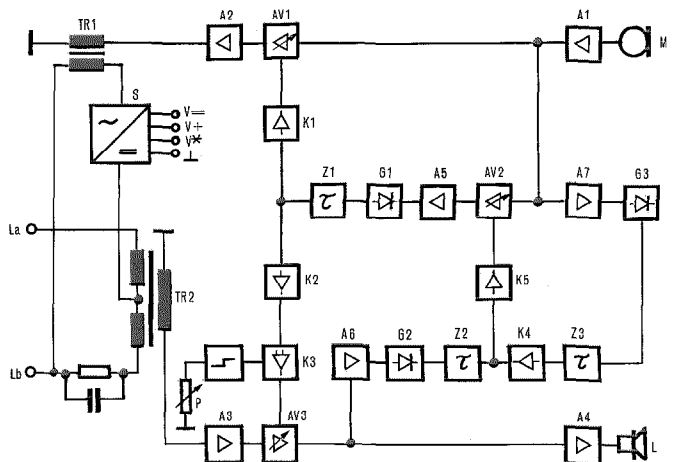


Fig. 5 Esquema de bloques del circuito de manos libres.

Los amplificadores variables AV_1 y AV_2 en los circuitos de emisión y recepción, respectivamente, están interconectados a través de las etapas de acoplamiento K_1 , K_2 y K_3 . Debido a esta interdependencia, la ganancia del amplificador variable AV_3 situado en el circuito de recepción, decrece tan pronto como la ganancia del amplificador variable del camino de emisión AV_1 aumenta, por la aplicación de una señal microfónica a la entrada. La conversión proporcional en K_1 , provoca que la variación de ganancia en el camino de recepción sea inversamente proporcional a la variación de la ganancia en el camino de emisión (ecuación 4). Esto asegura que la suma de las ganancias en los caminos de recepción y emisión es constante.

La señal que se recibe tiene también un efecto sobre el control de volumen a través de las etapas A_G , G_2 , Z_2 y K_5 . En este caso, la ganancia del amplificador variable AV_2 se reduce, lo que provoca que el nivel de la señal de control de envío disminuya. En consecuencia, la ganancia de AV_1 se reduce y, de acuerdo con la ecuación (4), la ganancia del camino de recepción aumenta. De esta forma, la señal que se recibe desde el abonado B es favorecida en cierta manera.

Otro circuito de control compuesto por las etapas A_7 , G_3 , Z_3 , K_4 y K_5 , evita que un eventual ruido de interferencia continuo, que se reciba en micrófono, sea aceptado por el circuito de control de volumen, equivocadamente, como señal útil. Si la señal de interferencia dura más de 2 s, este circuito entra en funcionamiento y reduce la ganancia del amplificador variable AV_2 . El circuito de control de volumen reduce la ganancia, de AV_1 y, de acuerdo con la ecuación (4), aumenta la ganancia de AV_3 . En resumen, el nivel de recepción se eleva, por lo que la señal recibida desde el abonado B distante, llega a un volumen más elevado.

El control manual de volumen se realiza por medio del potenciómetro p . La etapa de acoplamiento K_3 limita la oscilación útil del control de volumen, actuando sobre el amplificador variable AV_3 , con un efecto mayor o menor determinado por el ajuste del potenciómetro. La reducción de la ganancia requerida en el circuito de recepción está así asegurada.

Optimización acústica

El micrófono y la circuitería electrónica del aparato de manos libres descrito, están colocados en una carcasa tipo INTERMAT, mientras que el altavoz está en una caja aparte. Para asegurar un buen funcionamiento del conjunto, deben ser tenidos en cuenta tres requerimientos muy importantes concernientes a la acústica.

- El micrófono debe estar desacoplado de la señal de altavoz lo más eficazmente posible.
- Las respuestas en frecuencia del micrófono y altavoz deben estar equilibradas en el mayor grado posible.
- La eficiencia del altavoz debe ser la mayor posible.

Dos precauciones deben tomarse para desacoplar el altavoz del micrófono. Primeramente, el micrófono y el altavoz deben ser colocados de tal manera que sus ejes no estén en el mismo plano (por ejemplo sobre una mesa), y además girados relativamente uno respecto del otro un ángulo de 90° . La mejora en el desacoplo es mayor de 3 dB

para altas frecuencias. En segundo lugar, deben tomarse todas las precauciones posibles para que la señal de altavoz no se transmita, mediante vibración mecánica, a través de la carcasa del altavoz al micrófono. La mejor forma de conseguirlo es utilizar un micrófono de electreto, el cual, comparado con un micrófono dinámico, reduce la respuesta a las vibraciones mecánicas en más de 10 dB.

Las pruebas acústicas mostraron que la posición más favorable del micrófono es a la derecha del panel frontal de la unidad básica. Otro criterio para optimizar el posicionamiento del equipo, consiste en colocarlo de manera que se encuentre la persona que habla a una distancia media del micrófono, lo que asegura una presión de sonido suficientemente alta. Asimismo, la caja debe presentar una resonancia mecánica lo más baja posible.

Se ha atribuido una gran importancia a la optimización de las respuestas en frecuencia del altavoz y del micrófono. La ecuación (2) deberá ser válida para todo el margen de frecuencias desde 300 a 3400 Hz. Los picos de resonancia en esta banda, producirían un aumento en la tendencia al canto. De acuerdo con la ecuación (3), es de la mayor importancia que la suma de las respuestas en frecuencia del micrófono y del altavoz sea lo más plana posible. La figura 6 muestra las respuestas en frecuencia antes y después del proceso de optimización. Se ha alcanzado una mejora de 40 dB aproximadamente.

De la figura 6 puede deducirse que la optimización acústica ha producido, asimismo, una considerable mejora en la eficiencia del altavoz es decir un aumento en la potencia de salida con igual potencia a la entrada. Esto es particularmente importante, ya que solamente puede extraerse una potencia limitada de la línea de abonado, y la etapa final de amplificación no puede amplificar la señal a cualquier nivel que se quiera. La mejora en la eficiencia del altavoz (aproximadamente 5 dB) ha sido alcanzada utilizando un tipo de altavoz adaptado especialmente para esta aplicación, y realizando un diseño adecuado en el módulo de altavoz.

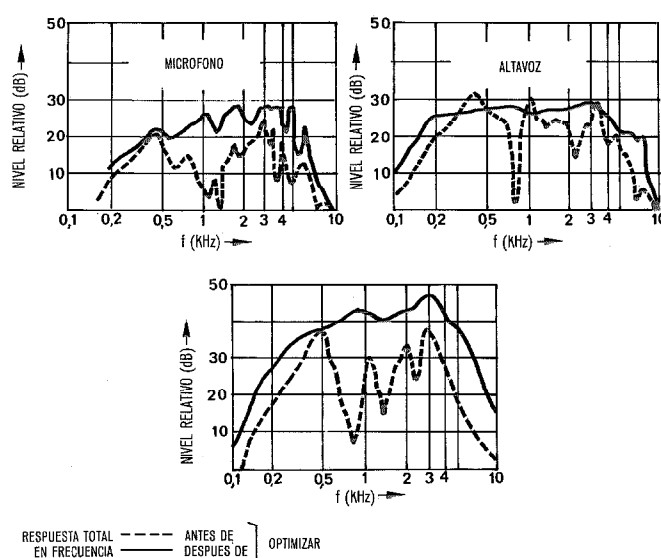


Fig. 6 Curvas mostrando los resultados de la optimización de la respuesta en frecuencia
a) Micrófono
b) Altavoz
c) Micrófono más altavoz

Diseño del equipo

La figura 7 muestra un aparato INTERMAT con la facilidad de manos libres incluida. Consta de la unidad básica con microteléfono y disco de marcar. El módulo separado solamente contiene el altavoz.

La unidad básica incorpora dos placas de circuito impreso. Una de ellas incluye la circuitería completa del aparato de abonado FeAp 61 con conmutador de gancho, así como los componentes para el generador electrónico de llamada que está colocado detrás. La segunda placa de circuito impreso incluye la circuitería electrónica necesaria para llevar a cabo la facilidad descrita en este artículo.

El micrófono está montado en el panel frontal. La abertura en dicho panel, con un diámetro de sólo 1 mm aproximadamente, está colocada, casi invisible, en una ranura.

El control manual de volumen, diseñado como un cilindro moleteado, se monta en la parte superior del lado derecho y permite una fácil y exacta regulación del nivel de sonido. Los pulsadores para conectar el sistema acústico de manos libres están a la izquierda del panel de control. Indicaciones ópticas en los citados pulsadores informan al usuario del estado de funcionamiento o reposo del aparato.

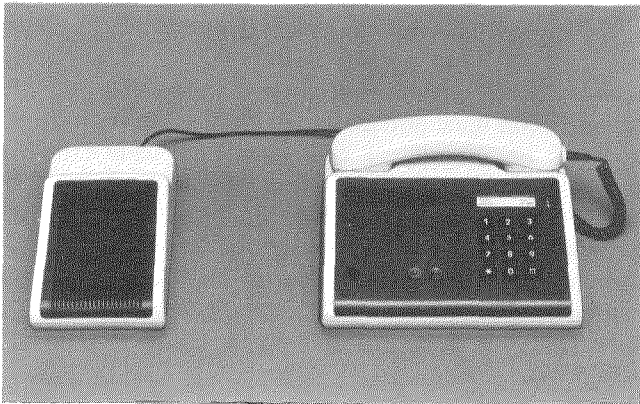


Fig. 7 Aparato telefónico INTERMAT con la nueva versión de manos libres. La unidad principal está situada a la derecha y la carcasa del altavoz está situada a la izquierda.

Conclusiones

La facilidad recientemente desarrollada para la familia de productos INTERMAT, ofrece al usuario todas las ventajas de no tener que usar microteléfono. El equipo está diseñado de tal forma que se ha conseguido casi el poder

mantener conversaciones como si el otro abonado estuviera presente. Con la ayuda de unas extensas pruebas subjetivas, en combinación con una optimización gradual, se ha obtenido un equipo de alta calidad que puede ser empleado en circuitos telefónicos con atenuación pequeña o media. No obstante, el dispositivo no es muy adecuado para ser empleado en las pocas líneas largas que aún quedan con una atenuación muy alta. En estos casos raros el usuario bien informado llegará rápidamente a la conclusión de que las reservas de los medios de transmisión están agotadas y conmutará el aparato para hablar a través del microteléfono.

Las características de transmisión y conmutación cumplen los requisitos del Deutsche Bundespost. Por tanto este equipo es completamente utilizable tanto en PABX como en la red telefónica pública.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer la asistencia prestada por el departamento de ingeniería de Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche – Standard (FACE-Standard), una compañía italiana de ITT, en la primera etapa de desarrollo de este producto.

Referencias

- [1] G. J. Barnes: Parámetros de conmutación de la voz en telefonía; Comunicaciones Eléctricas, 1972, volumen 47, nº 3, págs. 170-181.
- [2] G. Klause: Moderne Fernsprechapparate – Beispiel einer systematischen Produktinnovation; Industrie-Anzeiger, 1976, volumen 90, nº 90, págs. 1599-1602.
- [3] G. Klause y M. Korff: Sistemas INTERMAT de intercomunicación y jefe-secretaria; Comunicaciones Eléctricas, 1976, volumen 51, nº 2, págs. 97-101.
- [4] O. Larsson: Characteristics of Voice-Switched Loudspeaking Telephones; Ericsson Review, 1975, volumen 52, nº 3/4, págs. 148-156.

Martin Slawik nació en 1949 en Berlín. Después de un aprendizaje como electricista de fuerza, recibió el diploma de Ingeniero (graduado) en procesamiento de información en la Fachhochschule Krefeld en 1973. En el mismo año se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG como ingeniero de desarrollo. Desde entonces ha estado trabajando en el campo de los equipos terminales telefónicos de abonado.

Heinz Wiedmann nació en 1941 en Stuttgart. Después de un aprendizaje como mecánico de telecomunicación, se graduó en ingeniería eléctrica teórica con el grado de Ingeniero Diplomado en la Universidad de Stuttgart en 1968. En el mismo año se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG como ingeniero de desarrollo. Durante los tres años siguientes participó en el desarrollo de subunidades de sistemas de transmisión en audiofrecuencia y tomó contacto con los problemas de transmisión en banda ancha sobre líneas telefónicas de abondo. Es responsable del grupo de desarrollo de Equipos para Línea de Abonado desde 1971. El Sr. Wiedmann es miembro de la Nachrichtentechnische Gesellschaft, de comités especiales del CCITT y del Comité Electrotécnico Alemán.

Una jaula de polarización de tamaño reducido para antenas del VOR-S

La jaula de polarización utilizada actualmente tiene sólo la mitad de altura de la jaula desarrollada y utilizada con anterioridad; esta última ha resultado embarazosa y peligrosa para los aviones debido a su altura. En este artículo se describe la estructura y funcionamiento de la nueva jaula para la antena de un elemento y de dos elementos.

H. O. BERNER

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

En aviación civil, el radiofaro giratorio de onda ultracorta (alcande omnidireccional) denominado VOR (Very high frequency Omnidirectional Radio Range) sirve frecuentemente como ayuda a la navegación de largo alcance [1]. La instalación, desarrollada a comienzos de los años 50 en USA [2] en el margen de frecuencias de 108 a 118 MHz, ha sido normalizada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y se utiliza mundialmente. La compañía C. Lorenz AG, como se conocía entonces, modernizó el desarrollo americano original y llevó a cabo varias mejoras [3]. Sin embargo, la característica externa de las estaciones VOR continuó incorporando la alta jaula de polarización destinada a suprimir las componentes verticales no deseadas del campo radiado por el dipolo giratorio horizontal [4]. Un dipolo horizontal radia ondas que están polarizadas en principio en el plano horizontal. A medida que la elevación θ aumenta, la componente vertical del campo E_V , es decir, la componente perpendicular a la superficie terrestre, aumenta hasta un valor máximo para $\theta = 45^\circ$. Una desventaja particular es que el diagrama de la componente vertical del campo E_V se desplaza en el espacio 90° con relación a la componente E_H deseada, polarizada horizontalmente (Fig. 1). Esto significa que para $\theta = 0^\circ$ la componente vertical E_V no deseada alcanza su máximo justamente bajo el acimut en el que se desvanece la componente horizontal ($\varphi = 0^\circ$ y $\varphi = 180^\circ$). Esta característica afecta a la señal de navegación. La antena de una aeronave puede adoptar varias posiciones inclinadas durante el vuelo de manera que puede recibir componentes verticales no deseadas del campo de radiación a la vez que componentes horizontales deseadas. Debido al desplazamiento espacial relativo de las dos componentes E_H y E_V del campo, el receptor del avión indicará un error cuya magnitud dependerá de la relación E_V/E_H .

Investigaciones teóricas muestran que la diferencia de nivel entre los componentes horizontal y vertical debe ser superior a 30 dB si el error de indicación se ha de mantener inferior a 1° . Y puesto que las componentes verticales de la radiación no pueden separarse en el extremo receptor, deberán eliminarse en la antena transmisora de la instalación VOR. Este objetivo se logra mediante la jaula de polarización.

Estructura de la jaula de polarización de tamaño reducido

La jaula original con una máxima altura de unos 8 m sobre la superficie del suelo (jaula 5,46 m + caseta de instrumentos 2,5 m) constituía con frecuencia un obstáculo

peligroso para los aviones, puesto que la estación VOR puede instalarse en los aeropuertos o en su inmediata vecindad. Las tentativas de acortar la jaula han dado como resultado un inadmisibles aumento de las componentes del campo polarizadas verticalmente, puesto que la jaula tiene que ser suficientemente larga para que la excitación de las varillas de la jaula se amortigüe en el borde superior de la jaula [3].

Al final de la década de los 60, Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) desarrolló una nueva generación de instalaciones VOR (VOR-S); uno de los objetivos era desarrollar una jaula de polarización de altura reducida que proveyese igualmente una buena supresión de la componente vertical E_V del campo de radiación. Busse y Haubelt lograron con éxito desarrollar una jaula de perfil más bajo de una manera empírica, mediante medidas en modelo [5]. La nueva jaula, con una altura de 2,8 m en su tamaño original, tiene solamente la mitad, aproximadamente, de la altura de la jaula de las instalaciones VOR anteriores (Fig. 2). La nueva jaula consta esencialmente de dos partes, una supe-

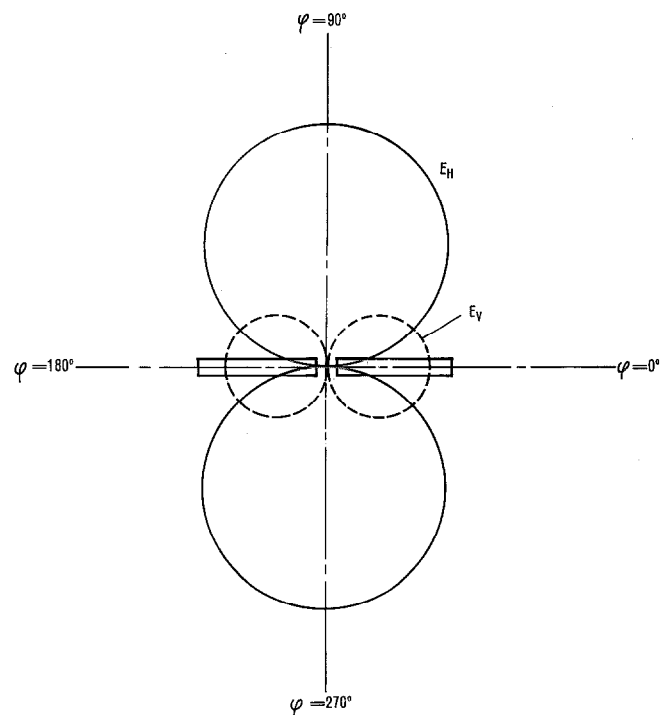


Fig. 1 Componentes del campo para el dipolo horizontal corto y ángulo de elevación $\theta > 0^\circ$.
 E_H componente horizontal
 E_V componente vertical
 φ acimut

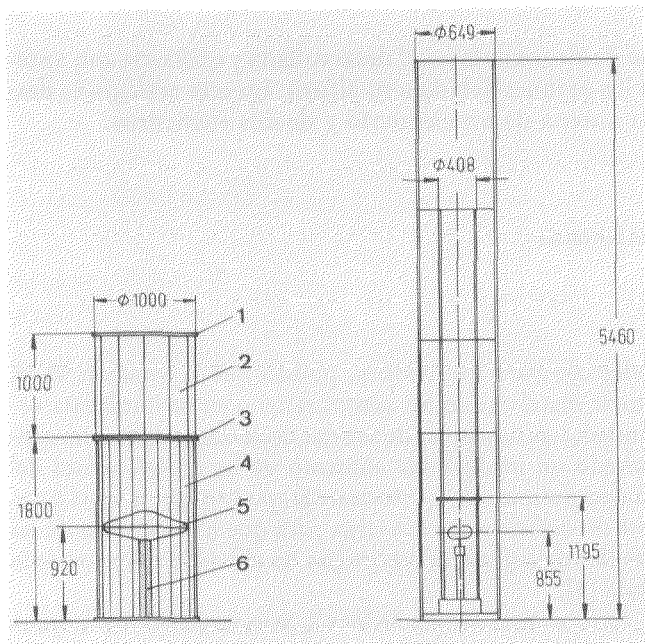


Fig. 2 Jaula de polarización de tamaño reducido de la antena del VOR-S (a la izquierda) y jaula de polarización de la anterior antena del VOR para comparar dimensiones.

- 1. Cubierta
- 2. Estructura superior
- 3. Anillo
- 4. Jaula inferior
- 5. Antena
- 6. Tubo vertical de montaje.

rior y otra inferior, con las características mostradas en la tabla 1.

En la interconexión entre las dos partes hay un anillo metálico en el que se fijan las varillas. En un diseño más reciente, la jaula inferior y la estructura superior ya no son separables aunque se ha mantenido el anillo metálico. También la estructura superior es ahora incluso ligeramente más baja, es decir, $b_v = 0,9$ m de altura. La jaula está recubierta por un plástico (Fig. 3) que la protege contra los agentes atmosféricos y la da mayor rigidez. La antena propiamente dicha, está situada en el centro de la jaula [6]. La jaula descansa sobre una placa metálica horizontal altamente conductora, de 5 m de diámetro, denominada contraantena. Esta placa metálica forma también el tejado de la caseta de instrumentos.

Tabla 1 – Características de la nueva polarización de la jaula

Características	Jaula inferior	Estructura superior
Altura	1,8 m	1 m (0,9 m en la versión más reciente)
Diámetro	1 m	1 m
Número de varillas	24	12
Diámetro de las varillas	0,018 m	0,018 m
Cociente altura/longitud de onda de funcionamiento	0,68	0,375
Cociente diámetro/longitud de onda funcionamiento	0,38	0,38

Eliminación de la componente vertical de la intensidad de campo

La nueva instalación VOR-S con la jaula reducida ha estado durante muchos años en servicio en muchos países del mundo. Las medidas realizadas, tanto en vuelo como en reposo, no han dado indicación alguna de la presencia de componentes verticales del campo. Es decir, que la experiencia práctica ha demostrado que el objetivo se ha conseguido suficientemente; pero, en principio, está faltando aun una explicación del fundamento físico de acuerdo con el cual tiene lugar la supresión de las componentes verticales del campo y de la razón por la que, en cualquier caso, una jaula orientada verticalmente con varillas verticales, suprime eficazmente las componentes verticales del campo a una altura bien definida, mientras que con la anterior jaula del VOR de la primera generación, la supresión resultaba cada vez peor al disminuir la altura. Con objeto de aclarar éstas y otras características, se investigó la jaula intensamente, en parte mediante el modelo utilizado por Busse y Haubelt y en parte con una jaula de las dimensiones originales [7].

En primer lugar, se midieron los diagramas de campo vertical del modelo de jaula con reflector y en espacio libre, es decir, sin el efecto de la superficie del suelo. En estas medidas se utilizaron en las componentes del campo coordenadas esféricas E_φ y E_θ en lugar de las componentes E_H y E_V del sistema cartesiano. En este caso, $E_\varphi (\varphi = 90^\circ) = E_H$ y $E_\theta = E_V / \cos \Theta$. $E_\varphi (\Theta)$ se midió para $\varphi = 90^\circ$ y $E_\theta (\Theta)$ para $\varphi = 0^\circ$, siendo éste, en cada caso, el ángulo acimutal para el que tiene lugar el máximo de la componente medida del campo.

Los diagramas verticales muestran una depresión de las componentes no deseables E_θ para $\Theta \approx 20^\circ$ (Fig. 4). Esta depresión está muy pronunciada para $h_K/\lambda = 1,07$ (correspondiente a una altura relativa de la jaula de $h_K/D = 2,75$ ó $h_K = 2,75$ para la jaula original), es decir, la componente no deseada E_θ es muy pequeña. Para $h_K/\lambda = 1,15$ (altura relativa de la jaula $h_K/D = 2,95$ ó

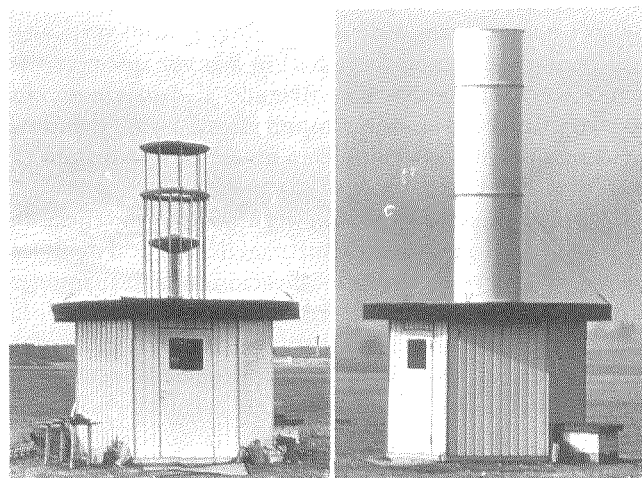


Fig. 3 Instalaciones VOR-S (versiones de laboratorio).

- A la izquierda: antena de 1 elemento con jaula de polarización y sin cubierta de plástico.
- A la derecha: antena de 2 elementos con jaula de polarización incluida; pueden verse las líneas de unión entre la jaula inferior, la jaula superior y la estructura de la cúspide.

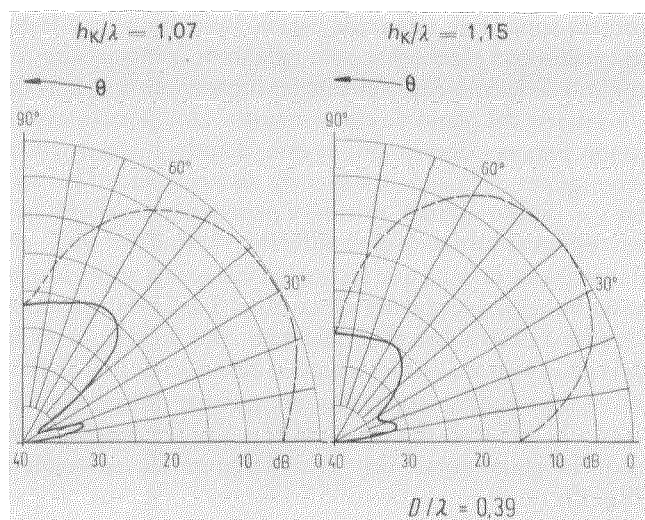


Fig. 4 Diagramas verticales para la antena del VOR-S con jaula de polarización para dos alturas de jaula diferentes. Los diagramas están dibujados en escalas logarítmicas (dB).

----- $E_{\varphi}(\theta)$ para $\varphi = 90^\circ$
 ——— $E_{\theta}(\theta)$ para $\varphi = 0^\circ$

φ acimut E_{φ} componente en plano acimutal
 θ elevación E_{θ} componente en elevación
 λ longitud de onda h_K altura de la jaula

$h_K = 2,95$ m para la jaula original) la depresión de la curva es mucho menos pronunciada (Fig. 4, derecha), es decir, la jaula es demasiado alta. La depresión de la componente E_{θ} no deseada resulta también menos marcada para una jaula que es demasiado baja (no representada aquí); por tanto, la altura óptima de la jaula es $h_K/\lambda = 1,06$ ($h_K = 2,72$ m).

Puesto que ha quedado bien establecido desde el principio que han de situarse dos elementos de antena, uno encima del otro, con objeto de aumentar la radiación vertical del campo, la jaula inferior debe tener siempre la misma altura, de forma que se pueda colocar posteriormente sobre ella una jaula y la segunda antena a la distancia correcta. Por consiguiente, todas las medidas con las diversas alturas de jaula se realizaron variando solamente la altura de la estructura superior. Hasta ahora, las investigaciones de los diagramas de radiación no han permitido deducir conclusión alguna relativa a la reducción de las componentes verticales del campo. Por lo tanto, se midieron las corrientes eléctricas en las partes individuales de la jaula y de la antena con una pequeña probeta magnética, en diversos puntos, en relación con su magnitud y fase, y a partir de estas medidas se calcularon la magnitud y fase de la componente E_{θ} para $\varphi = 0$ radiada por cada parte individual. La superficie finita reflectora situada al pie de la jaula se supuso como plano conductor ideal de extensión infinita en el que se reflejan los diferentes elementos. Aunque esto conduce a un error, a causa de las reflexiones procedentes del reflector real, este error se consideró muy pequeño, comparado con los resultados calculados con los diagramas verticales medidos, y el cálculo simplificado, suponiendo una superficie plana ideal, es permisible en este caso.

Los vectores de las componentes verticales del campo para las diversas partes de la jaula: dipolo, anillo, cubierta, tubo de montaje vertical y varillas de la jaula, proporcionan información referente al modo de actuar de la jaula de polarización.

El diagrama vectorial para $\theta = 15^\circ$ y $h_K/\lambda = 1,06$ de la figura 5, muestra que las intensidades de campo del dipolo y del anillo están en fase y, por tanto, son aditivas, y que la cubierta no contribuye mucho a la radiación pero que las intensidades de campo del tubo de montaje vertical y las varillas de la jaula están dirigidas aproximadamente en oposición a las del dipolo y del anillo. La resultante, es decir, el vector que une el origen al punto extremo de la secuencia de líneas formada con los vectores individuales es, por tanto, muy pequeña. El modo de actuar de la jaula puede ahora interpretarse: las componentes verticales del campo precedentes de las varillas de la jaula y del tubo vertical compensan las componentes verticales no deseadas de los elementos radiantes dispuestos horizontalmente, es decir, el dipolo y el anillo.

Pero ¿cuál es el aspecto del diagrama vectorial para una altura de jaula diferente? Para $\theta = 15^\circ$ y $h_K/\lambda = 1,15$ los vectores para el tubo de montaje vertical y las varillas de la jaula de la figura 5 también ahora marchan en dirección opuesta a la de los vectores del dipolo y del anillo. Pero la cubierta tiene una corriente más elevada y esto conduce a un vector de intensidad de campo de magnitud significativa que está dirigido, aproximadamente, en ángulo recto a los vectores correspondientes al dipolo y al anillo. El punto terminal de la cadena vectorial, por tanto, nunca puede caer próximo al origen. La compensación es incompleta. La magnitud resultante de la componente vertical es, pues, considerablemente mayor que en el caso de $h_K/\lambda = 1,06$.

También es muy instructivo el lugar geométrico de la suma de las componentes verticales del campo (vector 6 de la figura 5) en el plano complejo. La figura 6 muestra dos ejemplos, a saber, para $h_K/\lambda = 1,06$ (altura óptima de la jaula) y para $h_K/\lambda = 1,15$ (jaula demasiado alta). La distancia desde el origen a los puntos individuales del lugar geométrico corresponde a la componente vertical resultante en cada caso. Para $h_K/\lambda = 1,06$, la magnitud pasa por un mínimo para $10^\circ < \theta < 15^\circ$ que corresponde al punto de cruce de la intensidad de campo para $\theta \approx 20^\circ$ en el diagrama vertical convencional $|E/E_{max}| = f(\theta)$ (Fig. 4). También, por ser el reflector finito (la llamada contra-antena), podría esperarse que los cálculos hubiesen mostrado pequeñas desviaciones en comparación con las medidas, casi todas ellas en el margen de pequeñas elevaciones. Con una mayor altura de la estructura superior ($h_K/\lambda = 1,15$), el lugar geométrico está desviado hacia abajo; la distancia de la curva a partir del origen, y por tanto, la magnitud de la intensidad del campo es siempre mucho mayor que para la curva con $h_K/\lambda = 1,06$. De nuevo aparece también un mínimo de la intensidad de campo para $10^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$, pero este mínimo es mucho menos pronunciado que el de la curva para $h_K/\lambda = 1,06$. Esto está de acuerdo con el diagrama vertical medido para $h_K/\lambda = 1,15$ (Fig. 4). A partir de las posiciones del lugar geométrico en coordenadas polares para las alturas de la jaula representadas, puede concluirse que hay una altura de jaula específica para la cual el

Jaula para VOR-S

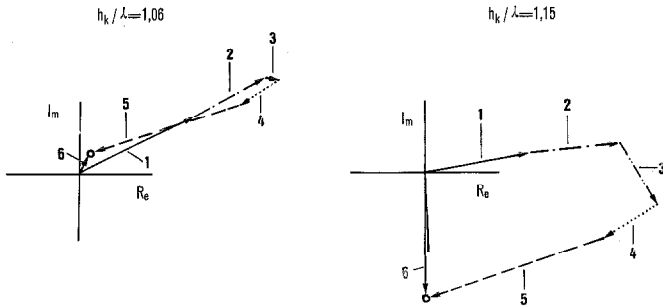


Fig. 5 Diagramas vectoriales que muestran las intensidades de campo debidas a las partes individuales de la jaula de polarización, para una elevación de $\Theta = 15^\circ$, así como para alturas de la jaula de $h_K/\lambda = 1,06$ y $1,15$. Los cálculos están basados en los supuestos usuales, es decir, espacio libre y largas distancias.

Los vectores indican las intensidades de campo del dipolo (1), el anillo (2), la cubierta (3), el tubo de montaje vertical (4) y las varillas de la jaula (5). La intensidad del campo resultante se muestra por el vector (6).

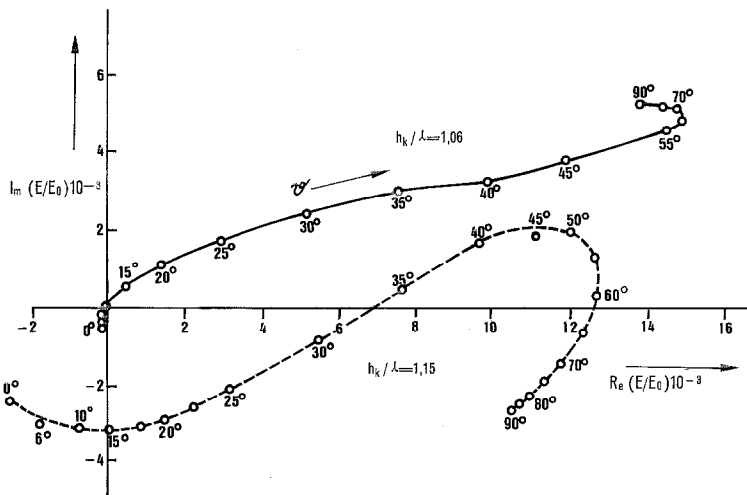


Fig. 6 Lugar geométrico en coordenadas polares de las componentes verticales del campo en el plano complejo, para la jaula de altura $h_K/\lambda = 1,06$ y para la de altura $h_K/\lambda = 1,15$.

lugar geométrico pasa por el origen; para una elevación particular tenemos entonces $E_o = 0$, es decir, para esta elevación y esta altura de caja la compensación es completa. Esto nos da la respuesta de por qué sólo para una altura de jaula específica la componente vertical del campo no deseada resulta mínima, mientras que en el caso de la jaula de polarización original, pero diferentemente dimensionada, la altura de la jaula exigía ser lo más larga posible. En el caso de nuestras instalaciones VOR-S la elevación $\Theta \approx 20^\circ$ es importante, por lo que se refiere a la supresión de la componente vertical no deseada y la altura de la jaula se ha optimizado para esta elevación.

Distribución de corriente y comportamiento de la resonancia

La medida de corrientes en las varillas mostraron que la corriente mínima en las varillas de la jaula tenía lugar más allá de $\lambda/4$ a partir del reflector (Fig. 7); incluso aunque

podiera suponerse una onda estacionaria amortiguada en las varillas con el reflector como plano de cortocircuito, el mínimo de la corriente debía tener lugar a una distancia de $\lambda/4$ a partir del plano de cortocircuito. Una posible explicación para esa desviación, es que, debido a la estructura heterogénea de la jaula y a la corta distancia entre las varillas y el dipolo excitador (campo próximo), se debería haber supuesto varios campos diferentes u ondas E y H , en el interior de la jaula que ejercerían influencia sobre la disposición de las corrientes de la jaula. Las investigaciones llevadas a cabo sobre el comportamiento de la resonancia de la jaula y un análisis matemático del curso de las corrientes en las varillas, mostraron que pueden describirse haciendo la hipótesis de una onda H_{11} [7]. De acuerdo con esto, la jaula posee dos características de resonancia (Fig. 8):

- Funciona como un resonador de línea y para la altura óptima h_K trabaja justamente por debajo de su frecuencia de resonancia.
- Funciona también como un resonador de cavidad, análogamente a un resonador H_{111} . La frecuencia de trabajo está por encima de su frecuencia de resonancia. (La resolución de la pared de la jaula en varillas y en espacios intermedios reduce la frecuencia de corte; esas ondas análogas a la onda H_{11} son capaces de propagarse, para el

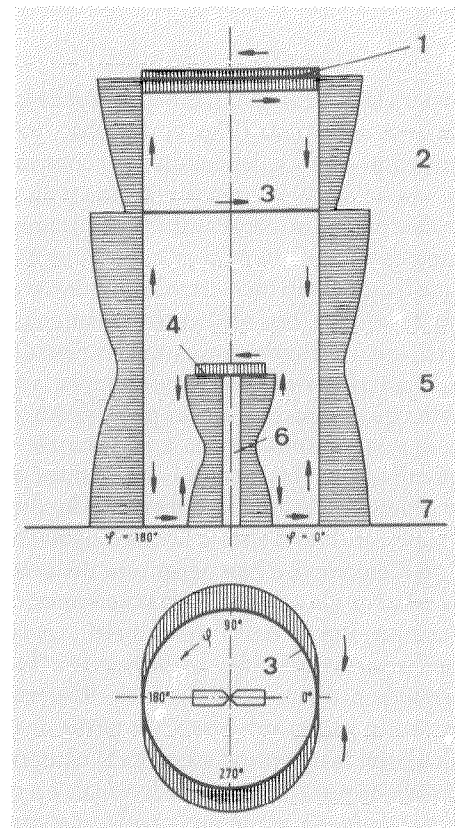


Fig. 7 Distribución de corriente (mostrada esquemáticamente) en la antena del VOR-S con jaula. El área rayada muestra la penetración de la corriente.

$D/\lambda = 0,38$; $h_K/\lambda = 1,08$; $h_U/D = 1,0$.

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Cubierta | 5. Jaula inferior |
| 2. Estructura superior | 6. Tubo vertical de montaje |
| 3. Anillo | 7. Contra-antena |
| 4. Dipolo | |

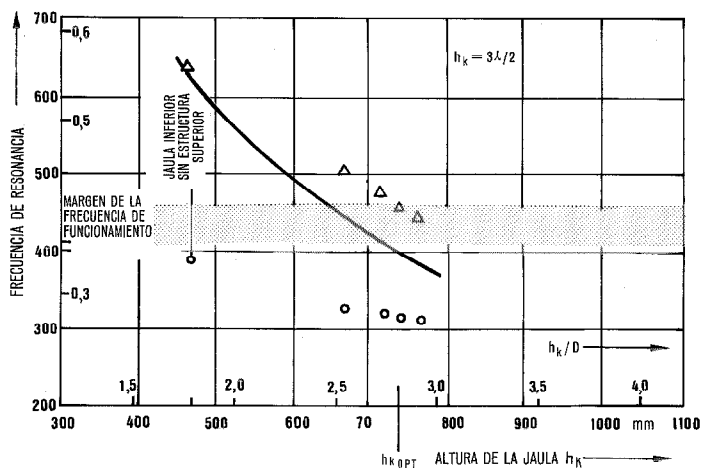


Fig. 8 Características del resonador de la jaula de polarización de altura reducida (corta). Medidas del modelo en escala 1:3,8.
 - valores calculados para el resonador de línea $h_K = 2\lambda/2$
 Δ valores medidos para el resonador de línea
 \circ valores medidos para el resonador H_{111}
 h_{Kopt} altura óptima para la jaula (correspondiente a $h_K/\lambda = 1,06$).

diámetro dado de la jaula, mientras que no se propagarían en un guíaondas del mismo diámetro).

Si ahora alteramos la altura de la jaula, nos acercaremos, bien a la resonancia de la línea, o bien a la resonancia de la cavidad y, por tanto, cambiará la distribución de corriente en las varillas, la cubierta y el tubo de montaje vertical de una manera apreciable. Solamente con la altura óptima de la jaula se tiene una distribución de corriente tal que permite una compensación satisfactoria de la componente no deseada E_θ . Posteriores investigaciones han demostrado que la mejor compensación se logra con una relación del número de varillas de la jaula inferior, n_L , al número de varillas de la estructura superior n_U , tal que $n_L/n_U = 2,3$. Puesto que esta relación es difícil de conseguir, la construcción se realizó de manera que $n_L/n_U = 2$. Además, las investigaciones han demostrado que puede obtenerse una buena compensación si $D/\lambda \approx 0,36 h_K/\lambda$ (para $h_L/D = \text{constante} = 1,8$). Por tanto, la compensación no es una función de la frecuencia.

Jaula de polarización para la antena de 2 elementos

Se consigue una menor influencia de la superficie del suelo y un mayor margen efectivo si se disponen dos elementos de antena, uno sobre el otro, de forma que se obtenga un haz más agudo del diagrama vertical. La jaula de polarización podría entonces consistir en una jaula inferior, otra encima de igual altura, y la estructura superior. La estructura superior es la misma que la de una sola antena, de manera que la jaula superior y la estructura juntamente, forman precisamente la jaula de una antena sencilla. La diferencia en intensidad de campo entre la construcción de una antena de dos elementos y la de un solo elemento, que es apreciable para pequeños ángulos de elevación, se muestra en la figura 9. Aquí también las medidas en vuelo no mostraron indicación alguna de la presencia de

componentes verticales del campo no deseadas, lo que está de acuerdo con los pequeños niveles medidos de la componente E_V de la figura 9.

Conclusiones

Se ha desarrollado una nueva jaula de polarización para las nueva instalación VOR-S que tiene sólo la mitad, aproximadamente, de altura de la jaula desarrollada durante la década de los años 50. Las investigaciones realizadas han demostrado que la componente vertical no deseada del dipolo y del anillo son compensadas, en gran parte, por las componentes verticales de las varillas de la jaula y por el tubo vertical de montaje. La compensación depende de la atenuación; ha sido optimizada para aquella elevación ($\theta \approx 20^\circ$) a la cual la componente horizontal deseada presenta una ligera depresión hacia un punto mínimo (Fig. 9)

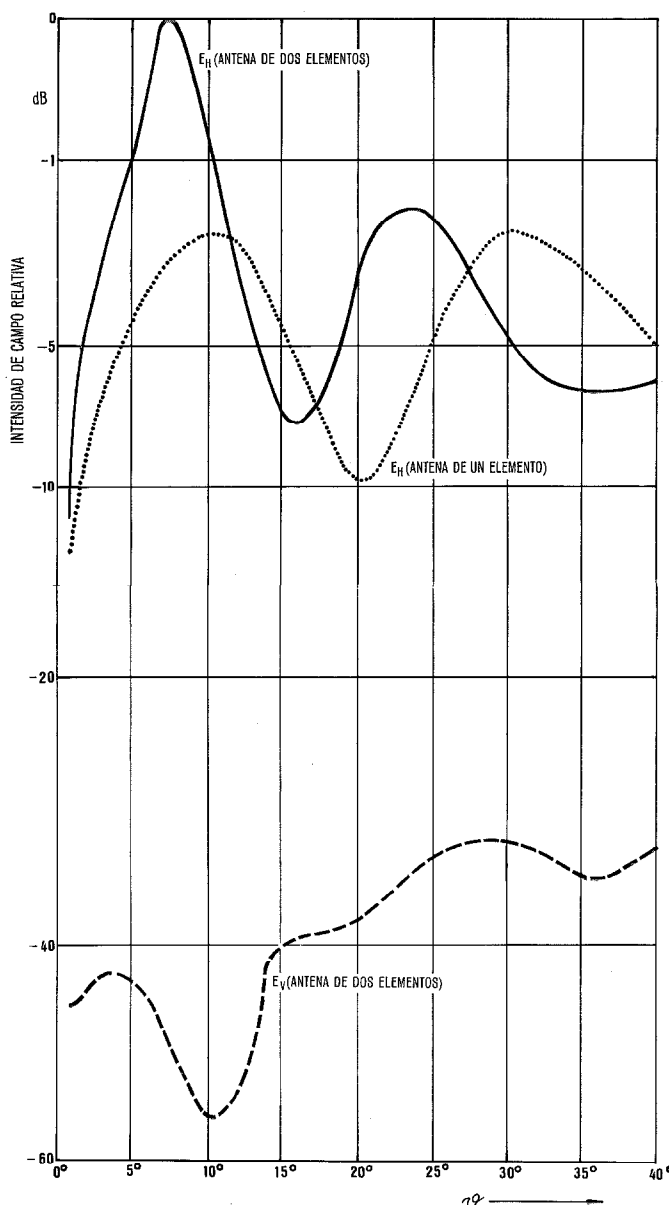


Fig. 9 Diagramas de la intensidad de campo relativo medidos mediante una sonda de radio, para la antena del VOR-S (antena de 1 elemento y antena de 2 elementos)
 E_H componente horizontal
 E_V componente vertical

Jaula para VOR-S

debido a las reflexiones en la superficie del suelo. Las investigaciones no sólo aclaran el modo de actuar de la nueva jaula de polarización, sino que facilitan también la construcción de jaulas de esta clase para otros márgenes de frecuencia y para otras aplicaciones.

Existen ya en muchos países instalaciones VOR-S de este tipo.

Referencias

- [1] E. Kramer: *Funksysteme für Ortung und Navigation und ihre Anwendung in der Verkehrssicherung*, Stuttgart, Verlag Berliner Union, 1973.
- [2] F. J. Lundberg y F. X. Bucher: *Cage-Type Very-High-Frequency Phase-Comparison Omnidirectional Radio Range Antenna*; *Electrical Communication*, junio 1952, volumen 29, n° 2, págs. 108-116.
- [3] W. Crone: *Die Antenne des UKW-Drehfunkfeuers VOR*; *Standard Elektrik Lorenz (SEL) Nachrichten*, 1958, volumen 6, n° 2, págs. 81-86.
- [4] H. Brunwig: *Wirkungsweise von Käfigantennen für Drehfunkfeuer*; *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, 1961, volumen 14, n° 8, págs. 381-388.
- [5] W. Busse y H. Haubelt: *Einrichtung zur Unterdrückung der unerwünschten Vertikalkomponenten bei der Ausstrahlung der Antenne für ein VOR-Drehfunkfeuer*; patente alemana 1 812 280, 3 diciembre 1968.
- [6] E. Coors: *Antenne in gedruckter Technik für VOR-S Navigationsanlage*; *Nachrichtentechnische Fachberichte*, 1972, volumen 45, Antennae, págs. 191-196.
- [7] H. Berner: *Experimentelle Untersuchungen des Polarisationskäfigs einer Antenne eines UKW-Drehfunkfeuers*; *Frequenz*, 1978, n°s 10 y 11.

Hellmut O. Berner nació en Ulm/Donau, Alemania, en 1922. Estudió tecnología de comunicaciones en la Universidad Técnica de Stuttgart en la que se graduó como Ingeniero Diplomado en 1951. En 1954 ingresó en la división de antenas de C. Lorenz, predecesora de Standard Elektrik Lorenz AG. De 1961 a 1976 fue jefe de la división de antenas y dirigió el desarrollo de antenas para sistemas de radionavegación aeronáutica, transmisores de TV y radiodifusión y radioenlaces direccionales. En 1978 recibió el grado de Dr. Ingeniero por la Universidad Técnica de Darmstadt.

El Dr. Berner es miembro de VDE y NTG. Actualmente ejerce de consultor en SEL, en proyectos especiales relacionados con sistemas de navegación.

Sistema de pupitres de indexación vídeo

El sistema de indexación vídeo descrito permite al operador trabajar en un entorno no ruidoso. Su coste es inferior que el de los sistemas convencionales de indexación.

A. RAES

H. VERHOEVEN

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

El tratamiento económico del correo, y particularmente su clasificación, requiere que lleven escrita información de lectura óptica en los elementos postales, de forma que se puedan clasificar automáticamente hacia su destino correcto.

Esta información puede venir dada bien por caracteres reconocibles ópticamente (caracteres OCR), de la dirección o del código postal, o bien por códigos de barras (índices).

Estos códigos de barras pueden ser fotoluminiscentes, de contraste o magnéticos. Durante su flujo en los centros postales, los elementos postales (cartas, paquetes, etc.), tienen que ser clasificados varias veces: la primera en el centro de salida, la última en el centro de entrada o de distribución.

Estas clasificaciones requieren lectura automática del destino. Como la lectura fotoluminiscente es todavía más barata que la lectura óptica, se justifica económicamente el uso de códigos de barras.

La primera generación de equipos de codificación fueron pupitres autónomos (stand alone) utilizados solamente para indexación. Estaban desarrollados para funcionamiento independiente y eran fáciles de descentralizar.

La concentración de correo en grandes centros postales requiere no sólo la indexación del correo sino también la preclasificación en las principales direcciones de salida. Para resolver este problema se conectaron los pupitres entre sí para formar "sistemas de pupitres agrupados", enviando cada pupitre su propio correo indexado a un sistema de preclasificación común. Otra característica de este sistema de pupitres era la alta velocidad de alimentación automática del correo a cada pupitre.

Esta configuración de pupitres agrupados, a pesar de su gran capacidad de tratamiento (throughput), tiene algunas desventajas, y se pueden postular como objetivos para una nueva generación de sistemas de indexación las siguientes características:

- posibilidad de colocar a los operadores lejos de la zona ruidosa de la máquina,
- equipo más barato al minimizar el número de partes mecánicas tales como dispositivos de transporte y desviadores, impresores mecánicos y dispositivos de separación y apilamiento,
- reducción del mantenimiento,
- control sobre la información impresa para comprobación de la conformidad entre información tecleada e impresa.

Para alcanzar estos objetivos, se ha desarrollado el sistema de teclado remoto o sistema de pupitre de indexación vídeo.

El sistema de pupitres de indexación vídeo

Descripción general

El sistema de pupitres de indexación vídeo procesa cartas con dimensiones comprendidas entre 90×140 mm y 176×255 mm, en el centro de operación, mientras los operadores, situados en otra parte del edificio, introducen, mediante el teclado, la información de encaminamiento según lo que leen en un monitor vídeo.

La máquina es de construcción modular y consta de:

- un módulo separador de cartas, neumático,
- un dispositivo de alineación enfrente del lector óptico y una posición de rechazo para el correo que esté fuera de los límites especificados (es decir, demasiado largo, demasiado alto, desalineado en exceso),
- un módulo de enlace en el que se sincronizan las cartas antes de su entrada en la línea de retardo,
- una línea de retardo de 7 s que se utiliza como almacenamiento de recirculación,
- un módulo de impresión y lectura en el que se indexa el correo mediante un impresor de chorro de tinta (inkjet) cuya exactitud se controla mediante un lector de código de barras fluorescentes,
- uno o más módulos de salida, cada uno de los cuales dispone de dos bandejas de salida.

La construcción modular de esta máquina tiene varias ventajas:

- posibilidad de transformarla en una máquina de clasificación/lectura óptica (OCR) de varios tipos de caracteres ópticos,
- posibilidad de añadir módulos de salida,
- flexibilidad de instalación,
- adaptabilidad a diferentes distribuciones de espacio.

La máquina funciona a una velocidad máxima de 36.000 cartas por hora. La capacidad de tratamiento (throughput) efectiva se determina por el número de operadores y su velocidad individual. En la figura 1 se da un esquemático del sistema de pupitre de indexación vídeo, y en la figura 2 se muestra la instalación realizada en Bélgica.

Funcionamiento

Tan pronto como se conecta un pupitre de codificación vídeo, aparece un mensaje en la pantalla que solicita la identificación del operador. Mediante el teclado, el opera-

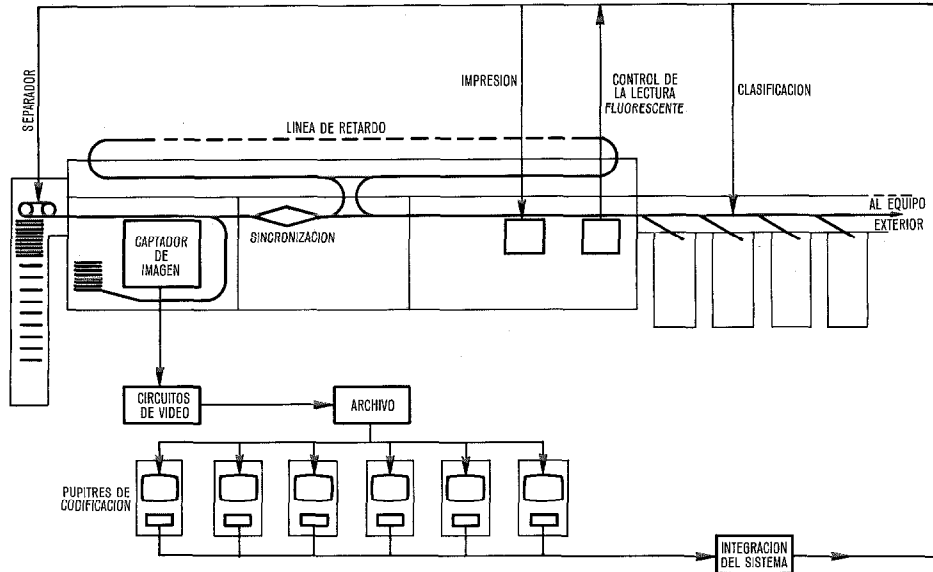


Fig. 1 Esquema del sistema de pupitres de indexación vídeo.

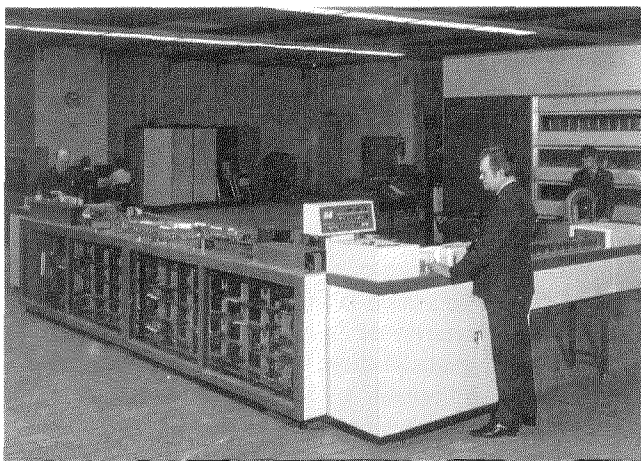


Fig. 2 Sistema de indexación vídeo instalado en los locales de correos de Borgerhout, Bélgica.

El operador puede entonces introducir su identificación y seleccionar el idioma en que deben aparecer los mensajes de servicio en la pantalla. Esta característica es particularmente interesante para las naciones que utilizan más de una lengua. El alimentador de cartas de la unidad de proceso arrancará automáticamente tan pronto como se haya identificado un operador. El número de operadores de pupitres de codificación que se hayan identificado aparece en el panel de control central.

La unidad de proceso de cartas, alimentada por un dispositivo de entrada (compartimento, cadena transportadora, dispositivo de almacenamiento, etc.) puede operar como unidad independiente y, también, como parte de un sistema interconectado.

Después de arrancar el alimentador de cartas, en el monitor de cada pupitre aparece la imagen de dos cartas, una

encima de la otra. El operador lee la dirección o el código postal de la imagen en la posición inferior y teclea la información requerida. Cuando se ha escrito toda la información la imagen inferior desaparece, la imagen superior baja y aparece arriba la imagen de una nueva carta.

En los circuitos de búsqueda, de la unidad de proceso de cartas, se ha incorporado un sistema de búsqueda de línea de dirección. Este dispositivo dirigirá la imagen de la dirección sobre el monitor de forma que las líneas inferiores de todas las direcciones se presenten en el monitor a la misma altura.

Durante el tecleado de la información requerida, la carta correspondiente se mantiene en la unidad de proceso durante un tiempo limitado o en almacenamiento de recirculación. Este almacenamiento de recirculación consta de un sistema de transporte de cartas con una longitud de 28 m. Cuando se selecciona el modo de operación de tiempo limitado de almacenamiento, el operador tiene que completar la codificación dentro de un tiempo predeterminado de 7 s; en el modo de almacenamiento de recirculación, el tiempo de codificación no está limitado para el operador. Cuando no se teclea ninguna información dentro de un tiempo prefijado de 30 s, el pupitre es automáticamente desconectado y las imágenes de dirección se pasan a otros pupitres. La máquina pedirá nuevamente al operador que se identifique.

Cuando el operador ha accionado la última tecla de información o la tecla de barra de motor, la imagen de la dirección desaparecerá del monitor y la carta correspondiente se recuperará del almacenamiento. Se la transporta entonces al impresor de chorro de tinta donde la carta es indexada durante su desplazamiento longitudinal por delante del impresor.

Se realiza una comprobación de validación de código con un lector de índice, que verifica si las cartas tienen índice, si es válido y su correspondencia con la información introducida mediante el teclado.

Al final de su período de trabajo, el operador tiene que

introducir un mensaje de retirada con el teclado; esta acción dará lugar a que no se envíen más imágenes nuevas de dirección al pupitre. Cuando se hayan desconectado todos los pupitres de codificación vídeo, la unidad de proceso se conmuta automáticamente a su posición de espera.

El buscador óptico

El buscador óptico consta de un chip integrado fotodiodo/buscador CCD con 512 células montadas en disposición vertical. Según pasa la carta por delante de la fila de fotocélulas, la señal analógica de vídeo es obtenida mediante un dispositivo registrador acoplado a la carga. La señal analógica se convierte entonces a código digital de 4 bits, digitalizándola así en 16 niveles de gris. El intervalo de búsqueda es tal que se registra el área completa de dirección.

La resolución horizontal es de 0,117 mm y la vertical de 0,137 mm. Inmediatamente después de la captura, cuatro elementos de imagen se combinan juntos en un punto al que se le atribuye el nivel más oscuro de los cuatro elementos. Esto refuerza las impresiones débiles sin degradar la legibilidad. Los puntos resultantes se almacenan en la memoria principal como 1024×256 puntos. Esto corresponde a un área de la carta de $238,8 \times 70$ mm. Tan pronto como la imagen se almacena en la memoria principal se informa al sistema de preproceso. Este sistema trata de localizar el bloque de dirección dentro de la imagen capturada. El objeto de esto es el de presentar siempre esta dirección en el mismo lugar de la pantalla del operador de codificación, reduciendo así la fatiga visual del operador.

Después del preproceso, se envía la imagen a una memoria archivadora libre. El número de memorias disponibles depende del número de posiciones de operador hasta un máximo de 30.

Las memorias cumplen un doble propósito.

Forman un almacén de imágenes para evitar tiempo de espera de los operadores y se utilizan como memorias de renovación para las pantallas de vídeo. La necesidad de un almacén de imágenes se sigue del hecho de que el requerimiento de nuevas imágenes por los operadores se produce al azar, mientras que la captura de nuevas imágenes se produce como máximo cada 100 ms. Si, por ejemplo, se solicitaran ocho nuevas imágenes al mismo tiempo, sin almacenamiento, la última requisición se obtendría solamente después de 800 ms. Este tiempo de espera es inaceptable. Cada memoria almacena 768×256 puntos de imagen en 8 niveles de gris. Esto corresponde a un área sobre una carta de 170×70 mm; este área se ha seleccionado por el detector de bloque de dirección. Cualquiera de las memorias se puede conmutar a cualquiera de las pantallas de operador de manera que la imagen correspondiente aparece bien en la posición superior bien en la inferior de la pantalla.

En el centro de la pantalla se reserva una zona para los mensajes al operador. Estos mensajes se presentan como texto alfanumérico. Los caracteres se forman mediante circuitos generadores de caracteres normalizados.

La conmutación entre la memoria principal y la memoria archivadora y entre la memoria archivadora y la parte superior o inferior de la pantalla está completamente controlada por software.

La posición de sincronización

Cada vez que una carta codificada abandona la línea de retardo, se introduce una nueva en el espacio vacío. La posición exacta de este espacio se detecta al final de la línea de retardo. La nueva carta arranca desde una posición de sincronización, situada a la entrada de la línea de retardo, eliminándose así imprecisiones de tiempo, debidas al dispositivo separador y al recorrido de las cartas entre este dispositivo y la posición de sincronización.

Esta sincronización se consigue por un motor de circuito impreso con inductancia muy baja, controlado por tacómetro y accionado por un sistema puente de fuerza que da corriente en ambas direcciones. Dependiendo de la medida de la posición relativa de una carta procedente del separador y del espacio vacío en la línea de retardo, a rellenar por dicha carta, ésta se dirige a la posición de sincronización de tal manera que se introducirá en la línea de retardo en el momento exacto.

El impresor de chorro de tinta

El proceso de impresión por chorro de tinta (inkjet) (Fig. 3) es una técnica sin percusión que utiliza una corriente de gotas de tinta controlada electrónicamente. La corriente de tinta se produce por un montaje de orificio presurizado que se somete a vibración ultrasónica. Bajo la influencia de la presión y la vibración, la corriente se rompe a un ritmo regular de goteo en su salida por el orificio. El ritmo de goteo es directamente proporcional a la frecuencia de la vibración producida por un oscilador piezoeléctrico incorporado.

La corriente de gotas de tinta, al salir por el orificio, pasa directamente por un conjunto de placas cargadas que forman un túnel electrostático alrededor de la corriente. Las gotas de tinta en las proximidades del túnel se cargan proporcionalmente a la tensión de las placas. Cuando la tensión de las placas está sincronizada en frecuencia y fase con el ritmo de goteo, la carga de las gotas se controla de forma discreta.

La corriente se dirige entonces a través de un conjunto de placas de deflexión de alta tensión (6000 V) que establece el campo de deflexión.

Cada gota de tinta se desvía por las placas de deflexión proporcionalmente a la carga discreta recibida en las placas de carga. En la práctica, los niveles de tensión analógica

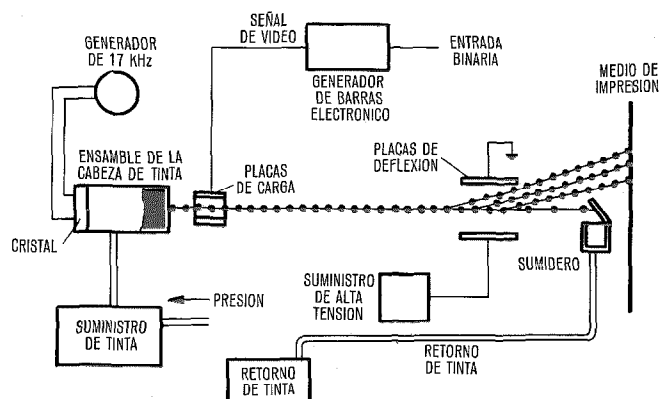


Fig. 3 Principio de impresión por chorro de tinta.

Indexación vídeo

utilizados para cargar las gotas se limita a un número seleccionado de incrementos, y las gotas descargadas son dirigidas al sumidero de retorno alineado con su trayectoria. El resultado en el medio de impresión (papel) cuando se cargan gotas consecutivas, es una línea vertical.

El lector fluorescente

El lector del código de barras, utilizado en este equipo, detecta los códigos de barras fluorescentes de trazo simple. Dos lámparas ultravioleta, que tienen sus espectros de emisión alrededor de la longitud de onda de 365 nm, excitan las barras fluorescentes impresas en las cartas a través de una abertura de 23×18 mm de una ventana de cuarzo. La luz emitida por las barras se concentra mediante un objetivo y se proyecta sobre una guía de luz. Esta actúa como un transformador óptico adaptando las dimensiones de la barra rectangular al tamaño del fotodiodo. La luz del código de barras se convierte en una corriente analógica y se amplifica mediante un conversor corriente-tensión, dando una señal de tensión correspondiente con la amplificación apropiada (Fig. 4).

Se incorpora un circuito de compensación del envejecimiento de la lámpara. Las facilidades de ajuste y control se realizan por un circuito de prueba incorporado que excita un diodo emisor de luz cuya luz se proyecta sobre el extremo rectangular de la guía de luz. El nivel de contraste y el máximo y mínimo de la señal de entrada pueden ajustarse para imitar las señales del código de barras fluorescentes, permitiendo un fácil ajuste y control de las etapas sucesivas del circuito.

Apilador de salida

El apilador de salida (Fig. 5) utilizado en esta unidad de tratamiento, puede aceptar elementos postales de dimensiones y espesores variables a una velocidad de 10 a 12 por segundo. Por razones ergonómicas, especialmente para mejorar la accesibilidad, está inclinado unos 15° . La parte frontal del lote de correo apilado se mantiene en posición vertical mediante una placa móvil, retenida por una cadena de cremallera.

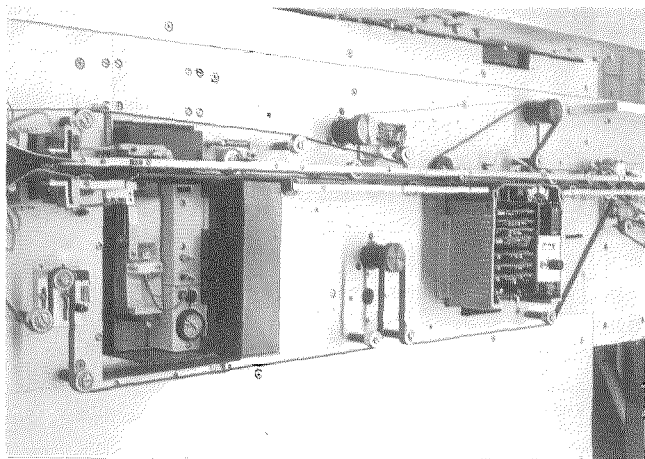


Fig. 4 Detalles del módulo de impresión y lectura, lector fluorescente e impresor de chorro de tinta.

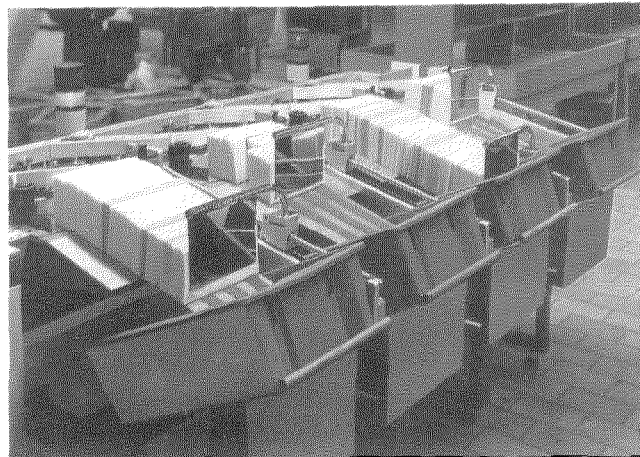


Fig. 5 Aspecto general del apilador de salida.

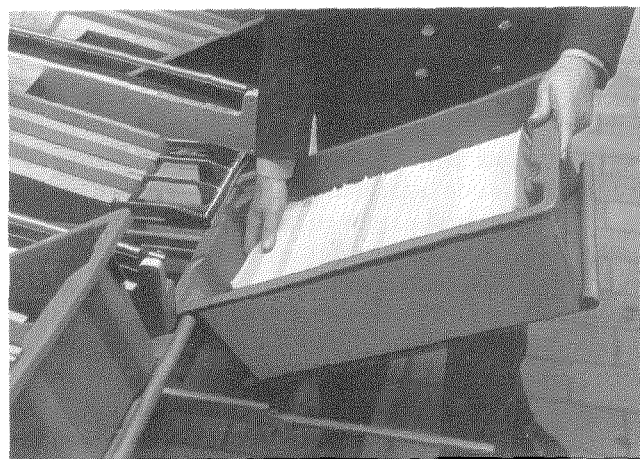


Fig. 6 Posición de una bandeja después del rellenado.

Por debajo y enfrente de cada apilador, puede colocarse una bandeja sobre un portador móvil (ver Figs. 5 y 6). Para vaciar un apilador, por ejemplo el penúltimo en la figura 5, la placa móvil tiene que desplazarse hacia atrás una longitud igual a la de una bandeja completa en la dirección del apilador de cartas. La pila de elementos postales, localizada entre la parte frontal de la bandeja y la placa movida, tiene ahora exactamente la misma longitud que la bandeja. Mediante una simple operación manual, la pila completa de correo puede pasarse a la bandeja. La figura 6 muestra el final de esta operación y la posición de la bandeja y de la pila de correo en ese momento. Esta manipulación reduce considerablemente el tiempo de vaciado. La pila de salida es de 600 mm, independientemente de la capacidad de la bandeja utilizada.

Están previstos dos tipos de portadores:

- un tipo que consta de deslizadores fijados a la estructura de la máquina; la bandeja tiene que colocarse y retirarse a mano;
- un portador sobre ruedas que transporta la bandeja. Este portador puede retirarse cuando se llena la bandeja y sustituirlo por uno vacío.



Fig. 7 Pupitre de codificación equipado con teclado y pantalla de control. Los mensajes aparecen en la zona oscura comprendida entre las dos imágenes.

Las bandejas utilizadas son cajas de plástico, que se pueden conseguir normalmente en el mercado y cuya longitud varía entre 400 y 600 mm.

El pupitre de codificación

Cada operador dispone de un pupitre (Fig. 7) equipado con un teclado, un monitor y un espacio para sus pertenencias personales. En el monitor se visualizan las zonas de dirección de dos cartas, correspondientes a una superficie de 70×170 mm de cada sobre.

Se puede proporcionar una amplia gama de configuraciones de teclado para codificación numérica, alfabética o alfanumérica.

Cada monitor en servicio está conectado, a través de una matriz de conmutación de salida, a una de las 30 células de almacenamiento de vídeo. Cada vez que se introduce un código completo por el teclado, se comprueba la validez del mismo. En caso de que no sea válido, se presenta un mensaje apropiado en el monitor. El operador puede entonces accionar la tecla de salto (skip), o introducir el código correcto, o completar un código ambiguo.

Si el código es válido, el monitor correspondiente se conectará a una nueva célula de almacenamiento vídeo, conteniendo la imagen de una nueva carta, liberando la célula utilizada previamente. Por el hecho de que una célula haya quedado libre, el sistema microprocesador comprobará si queda disponible un espacio suficiente en la línea de retardo y envía entonces una nueva carta.

Bajo el control del microprocesador, se pueden presentar mensajes de servicio en el monitor en los casos siguientes:

- la unidad de proceso no puede suministrar imagen debido a la no existencia de cartas, situación de salida llena o situación de congestión. Esta situación tiene que ser aclarada por el operador de la máquina;
- la información introducida por el teclado es incompleta o ambigua. El operador del pupitre tiene que introducir información adicional;

- la información introducida por el teclado no es válida. El operador tiene que pulsar la tecla de cancelación y teclar la información correcta.

Arquitectura del sistema

El sistema de pupitres de indexación vídeo contiene cuatro microprocesadores del tipo 8080 A. Uno de estos microprocesadores está totalmente dedicado al preproceso de vídeo. Los otros tres microprocesadores están interconectados y realizan el control global del sistema. Como se intercambian relativamente poca información entre los tres microprocesadores, están simplemente interconectados mediante puertas entrada-salida normales. Jerárquicamente, el sistema está subdividido en tres partes, cada una de las cuales está controlada por un microprocesador.

El microprocesador 1 realiza las siguientes tareas:

- conmutación de imágenes desde el almacenamiento vídeo principal a una de las 30 memorias archivadoras;
- conmutación de la salida de cualquier memoria archivadora a cualquiera de las pantallas de operador bien en la posición superior bien en la inferior;
- entrada y análisis de toda la información tecleada en el pupitre del operador. Se utilizan dos tipos de mensajes. Uno es el código postal para una carta, el otro es un mensaje de servicio tal como un código de identificación;
- presentación de los mensajes de servicio en las pantallas;
- salida de la información del código postal hacia el microprocesador 2;
- envío de petición de nuevas cartas hacia el microprocesador 3.

El microprocesador 2 realiza las siguientes tareas:

- seguimiento de las cartas en la línea de retardo;
- comprobación del sincronismo por comparación del espacio entre cartas y la longitud de las mismas a la entrada y a la salida de la línea de retardo;
- traducción de la información del código postal a un código de barras y al código del apilador de salida;
- acumulación de estadísticas sobre flujo de correo, eficacia de la máquina y de los operadores;
- salida del código de barras y del código del apilador de salida hacia el microprocesador 3 para cada carta que sale de la línea de retardo;
- salida de datos estadísticos sobre un teleimpresor o hacia un sistema de supervisión central.

El microprocesador 3 realiza las siguientes tareas:

- seguimiento de la carta después de la línea de retardo;
- interfaz con el impresor de chorro de tinta (inkjet);
- interfaz con el lector del código de barras fluorescentes incluyendo validación;
- interfaz con todos los sistemas de fotocélulas, lámparas indicadoras y teclas del teclado de la máquina, control del encendido-apagado del motor, circuitos de detección de alarmas de motor y red y sistemas desviadores de cartas;
- detección de congestión de cartas;
- control del separador de cartas;
- control de la posición de sincronización.

Como todos los programas están almacenados en EPROM, no se requiere equipo periférico excepto para la impresión de las estadísticas.

Conclusión

El diseño del sistema de pupitres de indexación vídeo sigue la tendencia actual de sustituir los sistemas mecánicos por sistemas electrónicos por razones económicas. Como beneficios adicionales, el nuevo sistema requiere mucho menos espacio en la sala de máquinas y permite situar a los operadores en condiciones ambientales más adecuadas. El entrenamiento puede realizarse en la instalación. Los operadores que hayan trabajado en sistemas mecánicos pueden ser entrenados fácilmente en los sistemas de vídeo. Uno de los primeros sistemas de pupitres de indexación vídeo se ha instalado en la oficina de correos de Borgerhout (Bélgica) donde está siendo evaluado por la Administración Postal Belga.

André Raes nació en 1935 en St. Niklaas, Bélgica. En 1958 se graduó en ingeniería electrónica en la Universidad de Gante. En 1960 se incorporó al departamento de ingeniería de automatización de la Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes. Es responsable del desarrollo del control electrónico de equipos de manipulación de documentación y correo.

Herman Verhoeven nació en 1929 en Beerse, Bélgica. Se graduó en ingeniería electrotécnica en la Universidad de Lovaina en 1955. En 1957 se incorporó al departamento de ingeniería de automatización de la Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, donde se dedicó al desarrollo de máquinas automáticas para el manejo de documentación.

Desde 1964, es el jefe del departamento de desarrollo mecánico y electromecánico de equipo de manejo de documentación y correo.

Equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres

En aplicaciones tales como el cheque postal o bancario, el equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres, combina, reúne e inserta hasta 25 documentos en sobres a velocidades hasta 12.000 sobres por hora. Un procesador incorporado comprueba si hay documentos mal insertados y supervisa el funcionamiento de la máquina.

L. MOENS

R. TERRYIN

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

El equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres (ODE) se utiliza para combinar, reunir e insertar de manera automática documentos OCR*, MICR** y de otros tipos en sobres (Fig. 1).

Se puede obtener una gran precisión en la composición del contenido de los sobres utilizando documentos con una línea de lectura que contenga toda la información necesaria.

Es obvio que esta operación tiene que estar estrictamente controlada para evitar la inserción de documentos en un sobre equivocado. Este control se realiza con un ordenador incorporado a la máquina que satisface una amplia variedad de aplicaciones, así como un extenso número de verificaciones y características opcionales.

Debido a su construcción modular y a la disponibilidad de diversas opciones, el ODE verifica los requisitos específicos de la mayoría de los clientes. Puede equiparse con un número variable de depósitos de salida (máximo 6), hasta 3 entradas adicionales para documentos opcionales y un dispositivo de marca de cancelación.

* OCR: Optical Character Recognition - Reconocimiento óptico de caracteres.

** MICR: Magnetic Ink Character Recognition-Reconocimiento de caracteres de tinta magnética.

Una alta capacidad de tratamiento y un área de trabajo mucho menor que en operación manual, junto con las ya citadas características, definen su campo de aplicación. Ejemplo típico son las oficinas de cheques postales y bancarios donde se reúnen, para meter en sobres, grandes cantidades de estados de cuenta y notificaciones de ejecución, y cualquier otra aplicación en la que la alta velocidad de proceso y gran precisión sean esenciales.

En el apartado siguiente se describe la máquina con sus funciones específicas para la aplicación de la Oficina de Cheques Postales de la Administración Postal Belga.

Aplicación en una Oficina de Cheques Postales

En esta oficina, sobre las transacciones que llegan de las oficinas de correos y sobre las cuentas de los cuentacorrentistas, se efectúan las siguientes operaciones:

Primero se imprime una línea ópticamente leible en un formato B de OCR en el supuesto de que no estuviera ya preimpresa. Esta línea codificada contiene el número de cuenta, el montante de la transacción y el número de referencia.

La operación siguiente es la captación de datos, que implica la lectura de todos los documentos y transferencia de la información a cinta magnética. Estos datos se procesan y

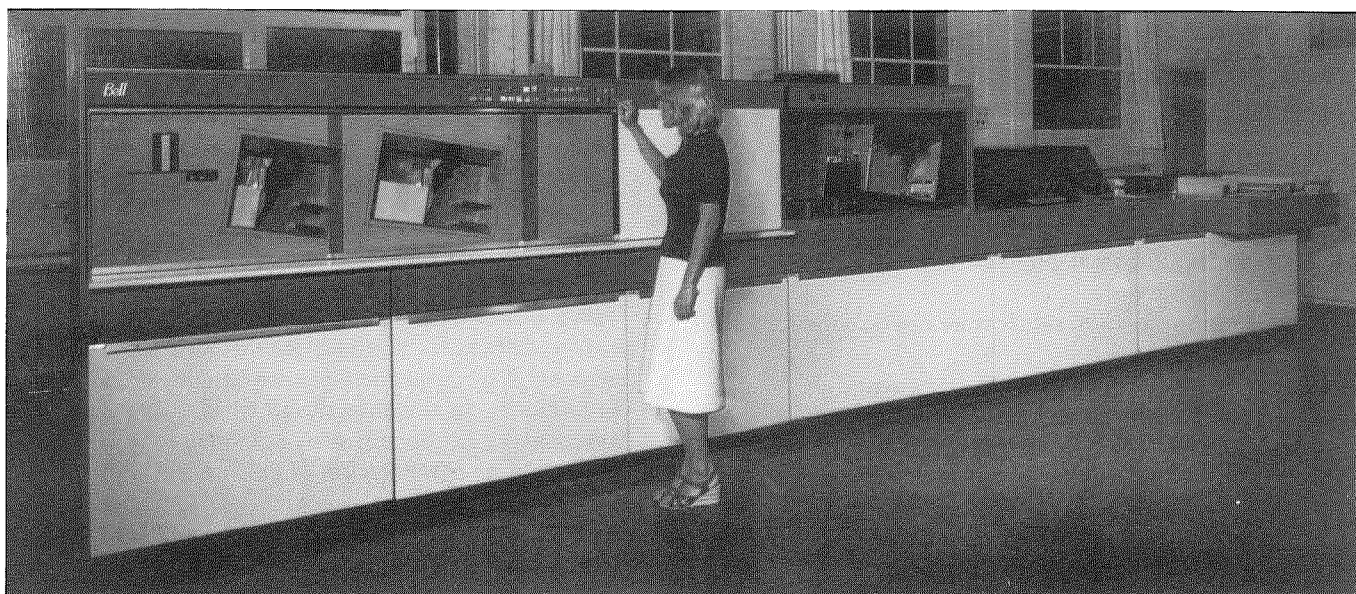


Fig. 1 Vista general del equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres.

Equipo óptico

se efectúa la clasificación por número de cuenta, actualizando el balance de cada cuenta e imprimiendo nuevos estados de cuenta (documentos que indican todas las transacciones y el nuevo balance).

Después se clasifican aparte los documentos (notificaciones de ejecución) en clasificadores ópticos que los colocan por orden creciente de los números de cuenta.

Finalmente los estados de cuenta y las notificaciones de ejecución se meten en sobres. Al mismo tiempo se hace una comprobación final de la ejecución de todas las órdenes regulares que han entrado en la Oficina de Cheques Postales. Los sobres llenos se envían entonces a los cuentacorrentistas al final de cada día.

Equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres

La función de este equipo es insertar los documentos en los sobres en la operación final. La máquina realiza las siguientes funciones:

- Reunir los estados de cuentas, los anexos y las correspondientes notificaciones de ejecución.
- Imprimir una marca de cancelación en cada notificación de ejecución.
- Insertar los documentos agrupados en la operación anterior en un sobre de ventana, según el número de la cuenta.
- Agregar, si se requiere, hasta 3 documentos opcionales editados por la Administración Postal, en cada sobre o bien en algún grupo predeterminado de sobres.
- Cerrar los sobres mediante engomado después de insertar los documentos.
- Recoger los sobres llenos en depósitos de salida.

Para asegurar que el contenido enviado a cada cuentacorrentista es el correcto, el equipo óptico analiza la información impresa en la línea de lectura óptica de cada documento. Como excepción, los documentos opcionales no necesitan lectura óptica.

Documentos y sobres

En la oficina de Giros se utilizan los siguientes tipos de documentos y sobres:

Estado de cuenta: El estado de cuenta es un documento que se hace después de las transacciones diarias de una cuenta; este documento se envía al cuentacorrentista como un estado de cuenta con el balance resultante de las transacciones registradas.

El documento está estructurado de forma que contiene en una sola hoja la información relativa a seis transacciones además de la dirección.

La información de la línea de lectura óptica consiste en:

- Número de cuenta.
- Número de los anexos del estado de cuenta.
- Número de notificaciones de ejecución a añadir al estado de cuenta.
- El código de salida: salida normal o salida de gran volumen.
- El número de secuencia de los estados de cuenta y hojas de dirección.
- Un código relacionado con el número posible de documentos opcionales a añadir.

Estado de cuenta-anexo: Las transacciones adicionales se indican en documentos suplementarios cuando su número excede de seis. Tal documento, denominado estado de cuenta-anexo, no requiere la dirección y puede contener hasta 14 transacciones por encima de las seis primeras, mencionadas en el estado de cuenta. Con un estado de cuenta se pueden incluir varios estados de cuenta-anexos. La única información que es necesario imprimir en la línea de lectura óptica del estado de cuenta-anexo es el número de la cuenta.

Hoja de dirección: Esta hoja, necesaria cuando hay que enviar un segundo sobre (o más) a la misma cuenta, contiene la misma información y en el mismo lugar que la información del estado de cuenta.

Notificaciones de ejecución: Se trata de notificaciones de ejecución-crédito que representan la línea de transacción correspondiente mencionada en el estado de cuenta. Solamente es necesario verificar el número de la cuenta de crédito en la línea de lectura óptica.

Documentos opcionales: Los documentos opcionales son los que la Administración Postal puede desear incluir (por ejemplo, documentos de información o publicidad). Puede haber hasta tres documentos opcionales diferentes en el sobre de un estado de cuenta. Este tipo de documento no necesita información alguna en la línea de lectura óptica. Un documento opcional puede enviarse a todas las direcciones o solamente a aquellas que tengan una indicación de campo en la línea óptica del estado de cuenta.

Sobre: El sobre es de tipo ventana y dispone para su cierre de una solapa recta en toda la longitud posterior del sobre. El sobre está diseñado de forma que sea posible su obtención de varios suministradores.

Posiciones de alimentación de la máquina

El ODE tiene cinco posiciones de alimentación para documentos y una posición de alimentación para sobres. (Los números indicados entre paréntesis corresponden a la figura 2).

- Posición de alimentación (1 en Fig. 2)
Reservada para estados de cuenta, estados de cuenta-anexos y hojas de dirección presentados en la siguiente secuencia:
 - Estado de cuenta
 - Estado de cuenta-anexo(s)
 - Hoja(s) de dirección
 - Estado de cuenta siguienteLos estados de cuenta tienen que introducirse en orden ascendente de los números de cuenta.
- Posición de alimentación (2 en Fig. 2)
Reservada para las notificaciones de ejecución, presentadas en el mismo orden que los estados de cuenta.
- 3 posiciones de alimentación (8 en Fig. 2)
Reservadas para documentos opcionales
- 1 posición de alimentación (9 en Fig. 2)
Reservada para sobres vacíos.

Salidas

En la configuración seleccionada por la Oficina de Cheques Postales belga hay cinco salidas para sobres llenos;

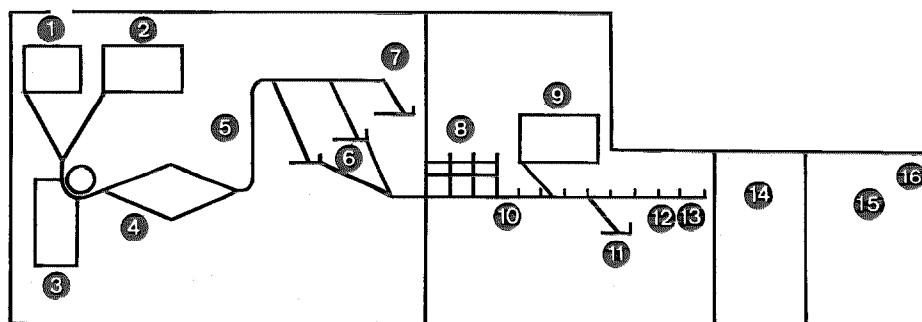


Fig. 2 Esquemático del equipo óptico de introducción indicando las diferentes partes.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Posición de alimentación de entrada 1 (estados de cuentas y anexos) 2. Posición de alimentación de entrada 2 (notificaciones de ejecución) 3. Lector OCR (detector de caracteres ópticos) 4. Dispositivo de combinación 5. Dispositivo de cancelación 6. Depósitos intermedios 7. Depósito de rechazo de documentos 8. Posiciones de alimentación de entrada para documentos opcionales | <ol style="list-style-type: none"> 9. Posición de alimentación de entrada para sobres vacíos 10. Cadena transportadora de documentos 11. Depósito de rechazo para sobres vacíos defectuosos 12. Dispositivo de inserción 13. Dispositivo de pegado 14. Dos depósitos de salida para sobres rechazados (250 mm cada uno) 15. Dos depósitos de salida para sobres (600 mm cada uno) 16. Depósito de evacuación |
|---|--|

dos para sobres rechazados (14), una para sobres de gran volumen y una para sobres normales (15); la quinta salida es un depósito de evacuación (16). Existe también un depósito de documentos rechazados (7) y un depósito de rechazo para sobres vacíos defectuosos (11).

Contenido del sobre

El contenido de cada sobre consiste en lo siguiente:

- Un estado de cuenta o una hoja de dirección frente a la ventana.
- Eventualmente estado de cuenta-anexo(s).
- Notificación(es) de ejecución.
- Eventualmente documento(s) opcional(es).

El número máximo de documentos por sobre es 25; 22 documentos del tipo estado de cuenta, estados de cuenta-anexo, hoja de dirección o notificación de ejecución, y 3 documentos opcionales.

Descripción de las operaciones

Las distintas operaciones tienen lugar según se describe a continuación. Como antes, los números entre paréntesis en la descripción corresponden a la figura 2.

Los estados de cuenta, así como los estados de cuenta-anexos y las hojas de dirección se colocan en la posición de alimentación (1), las notificaciones de ejecución se colocan en la posición de alimentación (2). Cada uno de estos documentos pasa por delante del lector de caracteres ópticos (OCR) (3) y, si se requiere, espera en una de las cuatro posiciones de parada (stop) del dispositivo de combinación (4). Para cada número de cuenta, el contenido del sobre se forma en uno de los depósitos intermedios (6). Todas las notificaciones de ejecución están provistas de una marca de cancelación en su cara frontal realizada con el dispositivo de cancelación (5).

Tan pronto como se completa el contenido de un sobre, el paquete se transfiere a una cadena transportadora (10); simultáneamente, se va formando otro paquete en el otro depósito intermedio, con lo que se aumenta la capacidad de tratamiento de la máquina.

Los documentos que no están correctamente colocados en la posición de alimentación adecuada se envían hacia el depósito de rechazo de documentos (7).

Los documentos opcionales pueden añadirse a un paquete desde cada una de las tres posiciones de alimentación reservadas para ello (8). La selección se realiza bien por la información incorporada en la línea de lectura óptica del estado de cuenta (o en la hoja de dirección), bien por las instrucciones dadas desde el teclado de la máquina.

Los sobres vacíos se colocan en la posición de alimentación correspondiente (9) y después de abrir la solapa en la posición de apertura, se envían al dispositivo de introducción de documentos en los sobres (12). Los sobres defectuosos (por ejemplo, sobres vacíos parcialmente engomados que no pueden abrirse) se envían automáticamente hacia el depósito de rechazo de sobres defectuosos (11).

Los paquetes de documentos procedentes de la cadena transportadora (10) son conducidos hacia el dispositivo de introducción en sobres (12), donde son introducidos en los correspondientes sobres. A continuación los sobres se cierran y engoman, si es necesario, por el dispositivo de engomado (13).

Los sobres son dirigidos, normalmente, hacia uno de los dos depósitos de salida (15), pero en caso de error conocido o supuesto se les conduce hacia los depósitos de rechazo (14) para verificación.

Todos los documentos y sobres que están en la máquina cuando se conecta la alimentación son enviados al depósito de evacuación (16).

Controles de seguridad

Para obtener la máxima seguridad de funcionamiento en cuanto a la composición del contenido del sobre, la máquina realiza los siguientes controles de seguridad:

- La introducción correcta de los diversos documentos se controla por la composición de la línea de lectura óptica y los caracteres grabados en la línea de lectura (Fig. 3). La secuencia correcta se controla con el número de secuencia grabado en el estado de cuenta y con el orden creciente de los números de cuenta.
- El número de cuenta y todos los demás caracteres leídos en la línea de lectura óptica son comprobados frente a posibles errores mediante un control de dígitos de prueba. Cada campo está protegido con dos cifras (dígitos de prueba) que son el resto de la división del número por 97. La ventaja de este control es también la de que una cifra que no se puede reconocer se puede calcular, y corregir la cifra errónea.
- Tiene que existir concordancia entre los números de cuenta impresos en todos los documentos previstos para el mismo sobre o grupo de sobres.
- El número de estados de cuenta-anexos y de notificaciones de ejecución tiene que ser igual al número impreso en el estado de cuenta o en la hoja de dirección.
- Se incluye también un dispositivo mecánico de detección de documentos duplicados para evitar dicha duplicidad.

En la figura 4 se representa un diagrama simplificado del flujo de operaciones de estados de cuenta y hojas de direcciones y en la figura 5 el del flujo de estados de cuenta-anexos y notificaciones de ejecución. Una vez pasados todos los controles de seguridad, los sobres son conducidos a uno de los siguientes depósitos de salida:

LÍNEAS DE LECTURA ÓPTICA

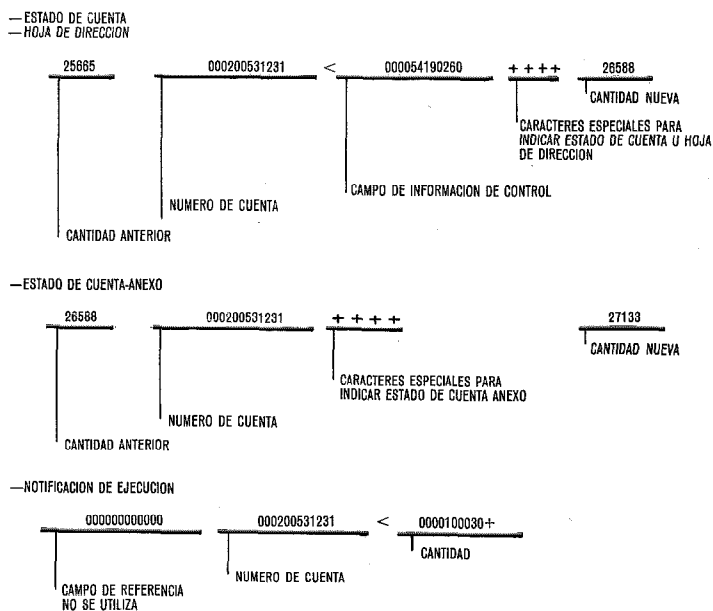


Fig. 3 Líneas de lectura óptica para los diversos tipos de documentos. a) estado de cuenta y hoja de dirección b) estado de cuenta-anexo c) notificación de ejecución

Depósito de salida normal (15)

El contenido del sobre debe cumplir las siguientes condiciones:

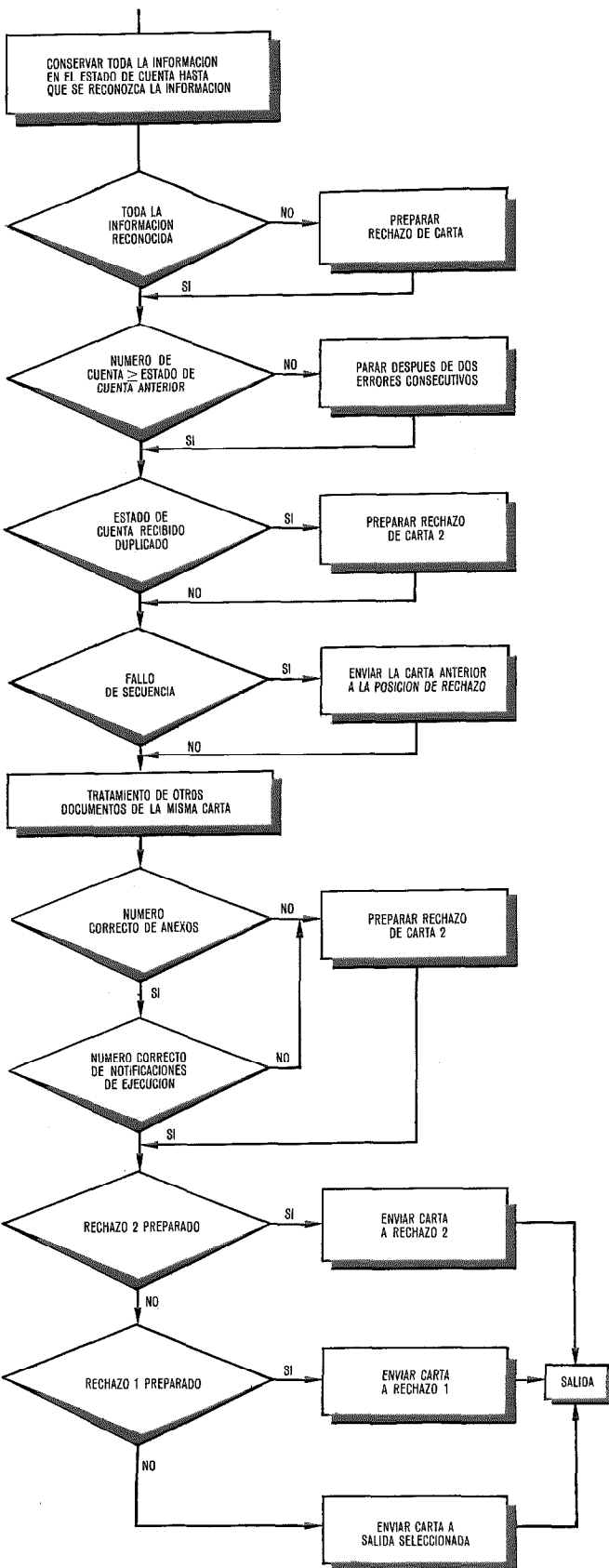


Fig. 4 Diagrama de flujo simplificado de las operaciones sobre estados de cuenta y hojas de dirección.

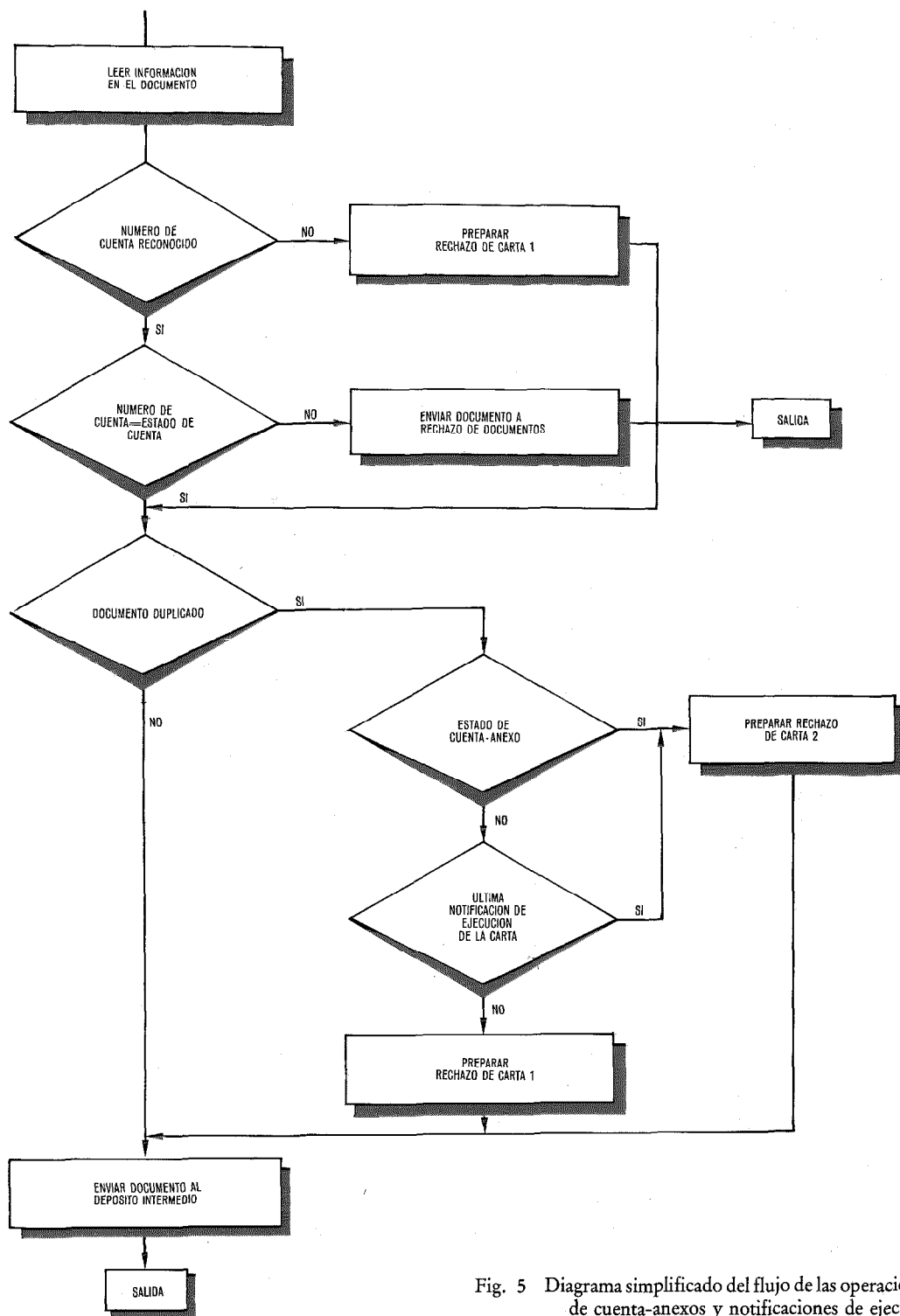


Fig. 5 Diagrama simplificado del flujo de las operaciones sobre estados de cuenta-anexos y notificaciones de ejecución.

- El código de salida normal es detectado en la línea de lectura óptica del estado de cuenta o de la hoja de dirección.
- El número de estados de cuenta-anexos y de notificaciones de ejecución corresponde al número mencionado en la línea de lectura óptica del estado de cuenta.
- Todos los caracteres leídos en todos los documentos del sobre y tomados en consideración en la lógica de control, son reconocidos por el lector óptico.
- No se ha detectado ningún documento duplicado.

- El número de secuencia del estado de cuenta tiene que ser mayor que el número de secuencia mencionado en el estado de cuenta precedente y menor que el número de secuencia del siguiente estado de cuenta y, también, el número de cuenta del estado de cuenta tiene que ser mayor o igual que el anterior.
- El contenido de los demás sobres para la misma cuenta cumplen con las condiciones anteriores. Se cierran los sobres recogidos.

Equipo óptico

Depósito de salida de gran volumen

Si el "código de salida normal" se sustituye por el "código de gran volumen" en la línea de lectura óptica del estado de cuenta, los sobres son conducidos a los depósitos de salida de gran volumen (15 en la figura 2). No se cierran los sobres.

Depósito de rechazo 1

Si uno o más caracteres necesarios para la toma de decisión no son reconocidos ni reconstituídos, o si una notificación de ejecución es detectada como documento duplicado, el sobre es enviado al depósito de rechazo 1 (14 en figura 2). Los sobres no son cerrados.

Depósito de rechazo 2

Si el contenido corresponde a una de las características que se mencionan a continuación, el sobre es enviado al depósito de rechazo 2 (marcado 14 en la figura 2).

- El número de estados de cuenta-anexos no corresponde a la cantidad mencionada en la línea de lectura óptica del estado de cuenta o de la hoja de dirección.
- El número de notificaciones de ejecución no corresponde con el mencionado en la línea de lectura óptica del estado de cuenta o de la hoja de dirección.
- Se detecta un salto en el número de secuencia del estado de cuenta siguiente o en la hoja de dirección siguiente.
- Se detecta una notificación de ejecución duplicada y el número correspondiente de notificaciones de ejecución no es reconocido en la línea de lectura óptica del estado de cuenta o de la hoja de dirección.
- La última notificación de ejecución relacionada con un estado de cuenta es detectada como documento duplicado.

Los sobres no se cierran.

Depósito de evacuación

Todos los documentos y sobres que están en la máquina en el momento de conectar la alimentación, se envían al depósito de evacuación.

Depósito de rechazo de documentos

Un documento se envía a este depósito (7) cuando se cumplen una o más de las condiciones siguientes:

- El estado de cuenta, los estados de cuenta-anexos o las hojas de dirección están erróneamente mezclados con las notificaciones de ejecución (la máquina se para después de dos detecciones consecutivas de este error).
- Las notificaciones de ejecución están erróneamente mezcladas con estados de cuenta, estados de cuenta-anexos u hojas de dirección (la máquina se para después de dos detecciones consecutivas de este error).
- Los estados de cuenta-anexos mencionan un número de cuenta diferente del número indicado en el estado de cuenta.
- Una notificación de ejecución menciona un número de cuenta diferente que el indicado en el estado de cuenta.
- Un estado de cuenta u hoja de dirección menciona un número de cuenta menor que el indicado en el estado de cuenta u hoja de dirección precedente.

Observaciones

Un orden de prioridad se establece entre los depósitos de salida, rechazo 2, rechazo 1, depósito de volumen normal y de gran volumen.

Todos los sobres con el mismo número de cuenta y formando un grupo homogéneo, se envían a la misma salida.

Este principio se aplica si uno de los sobres de un grupo contiene un error, siempre que el error se detecte antes del sobre número 11 del grupo. Así, si el error detectado significa que uno de los sobres tiene que ser enviado al depósito de rechazo, entonces todos los sobres del grupo se envían al depósito de rechazo salvo que algún otro sobre de este grupo se destine a otro depósito de mayor prioridad (rechazo 2) en cuyo caso todos los sobres se envían a este depósito.

Configuración de la máquina

Equipo básico

La máquina es de construcción modular, siendo sus módulos básicos los siguientes: el módulo de entrada, el módulo de introducción de documentos en el sobre y el módulo de depósito de salida.

El módulo de entrada consta de (los números entre paréntesis se refieren a la figura 2):

- Dos alimentadores: uno para estados de cuenta y anexos (1), y otro para las notificaciones de ejecución (2). El lote de estados de cuenta o de notificaciones de ejecución se coloca en el depósito de la posición de alimentación y una placa empuja el lote contra el dispositivo separador con una presión uniforme. Una correa perforada, que se mueve delante de una válvula de aspiración, separa uno a uno los estados de cuenta o notificaciones de ejecución.
- Dos dispositivos de alineación. Los documentos deben ser alineados antes de pasar por la estación lectora porque el lector óptico sólo admite una desviación máxima de la línea impresa de ± 1 mm en altura y $\pm 1,5^\circ$ en inclinación respecto a la línea de referencia.
- Una estación de lectura óptica (3) que puede leer caracteres OCR en formatos A o B a una velocidad de 3000 caracteres por segundo.
- Una posición de combinación (4) equipada con cuatro dispositivos de parada y de arranque.
- Tres depósitos de salida: uno para rechazos y dos para constitución de paquetes de documentos (6) que tienen que insertarse en un sobre.

La parte más importante del módulo de entrada es la posición de combinación (Fig. 6). Las notificaciones de ejecución previamente clasificadas tienen que reunirse con el estado de cuenta correspondiente (el mismo número de cuenta). El objeto del dispositivo de combinación es organizar la mezcla y preparar el contenido de cada sobre.

La posición de combinación consta de una puerta que dirige los documentos hacia dos caminos, uno para los estados de cuenta y anexos y otro para las notificaciones de ejecución. Estos dos caminos coinciden de nuevo al final de la posición de combinación. El control de la puerta a la entrada se define por la llegada de una notificación de ejecución o de un estado de cuenta.

En ambos caminos se dispone de dos dispositivos de arranque y parada para restablecer e interrumpir respecti-

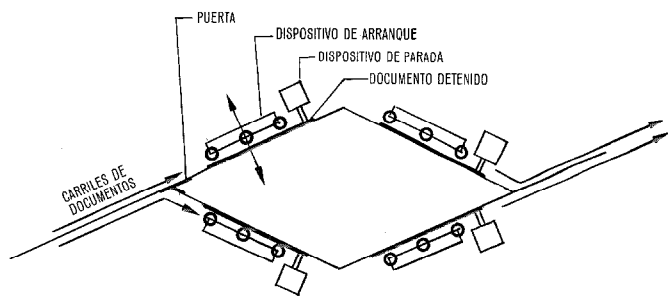


Fig. 6 Esquema de la posición de combinación mostrando los dos caminos, uno para estados de cuenta y anexos y el otro para notificaciones de ejecución. Para maximizar la capacidad de manipulación se han incorporado dos dispositivos de arranque y parada en cada camino.

vamente el movimiento de los documentos. Los estados de cuenta en un camino pueden pararse mientras que las notificaciones de ejecución, en el otro, se transportan a través de la posición de combinación sobrepasando así a los estados de cuenta detenidos; esto ocurre en el caso de que los estados de cuenta correspondan al siguiente paquete de documentos y las notificaciones de ejecución al anterior. Por otra parte, las notificaciones de ejecución se pueden parar en su camino y los estados de cuenta pueden sobrepasarlas a través del otro camino en el caso de que las notificaciones de ejecución y los estados de cuenta correspondan al paquete siguiente de documentos. Después de la posición de combinación, los documentos están en la secuencia correcta, estado de cuenta seguido de estados de cuenta-anexos y de las correspondientes notificaciones de ejecución, estado de cuenta siguiente, etc.

Para duplicar la capacidad de manipulación del módulo de combinación se separa otro documento cuando se está leyendo el anterior. Estos dos documentos, estados de cuenta o notificaciones de ejecución, tienen que pararse cuando corresponden al paquete siguiente de documentos; por consiguiente, para duplicar el rendimiento se necesitan dos dispositivos de parada y dos de arranque en ambos caminos de la posición de combinación.

El módulo de introducción de documentos en el sobre consta de:

- Un alimentador de sobres vacíos (9). Es igual que los alimentadores de estados de cuentas o notificaciones.
- Tres alimentadores para documentos adicionales (8). Son como los alimentadores de estados de cuenta y notificaciones de ejecución pero sin control de presión para empujar los documentos contra el dispositivo separador: la presión la da el peso de los documentos.
- Una cadena transportadora de documentos (10). Los dedos montados en la cadena empujan a los paquetes de documentos sobre las placas guía hacia la posición de inserción. La cadena es arrastrada por un servo de CC que arranca cuando se necesita un nuevo paquete en la posición de inserción.
- Una posición de apertura para sobres vacíos. En esta posición se abre la solapa del sobre mediante unos dedos que entran por debajo de ella.

- Un depósito para sobres vacíos defectuosos (11): reúne los sobres defectuosos, por ejemplo los sobres parcialmente engomados que no pueden abrirse.
- Una posición de inserción (12).
- Un dispositivo de engomado para los sobres (13) que lleva una válvula que humedece la parte de atrás del sobre, tras de la cual se vuelve la solapa y se pega.

La posición más importante del módulo de introducción de documentos en el sobre es la posición inserción (Fig. 7). Los conjuntos de documentos formados en los depósitos intermedios y transportados por la cadena, son insertados en un sobre de ventana.

La posición de inserción consta de:

- Un dispositivo de apertura para los sobres. Tres dedos mecánicos basculando en ranuras, moviéndose bajo la solapa del sobre, abren éste.
- Un dispositivo de retención de la solapa del sobre. Después de la apertura del sobre en la posición correspondiente, éste se desplaza a la posición de inserción y se retiene la solapa del mismo para evitar que dificulte la inserción de los documentos.
- Un dispositivo de inserción. El conjunto de documentos se coloca por la cadena de desplazamiento sobre la placa de inserción que se mueve a gran velocidad hacia el interior del sobre.
- Un dispositivo de sujeción de los documentos. Cuando los documentos están completamente dentro del sobre se atenazan junto con el sobre mientras la placa de inserción se retira del mismo. A continuación el sobre es cerrado, pegado y enviado a uno de los depósitos de salida.

El módulo del depósito de salida consta de:

- Un depósito A (14), de 250 mm, para 200 sobres aproximadamente.
- Un depósito B (14), de 250 mm, para 200 sobres aproximadamente.
- Un depósito C (15), de 600 mm, para 500 sobres aproximadamente.
- Un depósito D (15), de 600 mm, para 150 sobres aproximadamente (de 4 mm de espesor).
- Un depósito E (16), de 60 mm, para 50 sobres aproximadamente.

Las funciones relativas de los depósitos de salida pueden modificarse de acuerdo con los deseos del cliente. Todos los depósitos de entrada pueden cargarse y todos los de salida descargarse sin interrumpir la alimentación de documentos o sobres.

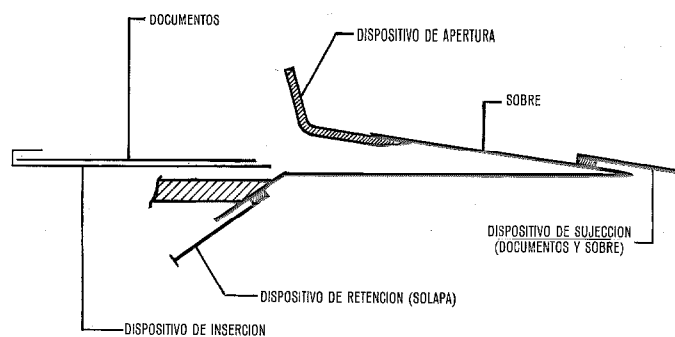


Fig. 7 Esquema de la posición de inserción que abre el sobre, inserta los documentos y pega el sobre.

Opciones

Para cumplir requisitos adicionales del cliente, están previstos los módulos opcionales siguientes:

- Un módulo, equipado con un impresor de código postal de barras, puede introducirse entre el módulo de inserción y el módulo de salida. Si lo desea el cliente, este módulo se puede equipar con un dispositivo de lectura para el control del código postal impreso.
- Un alimentador para tarjetas de separación se puede añadir entre el módulo de impresión y el módulo de salida. Su propósito es el de introducir un medio de separar grupos de sobres que van destinados a zonas postales seleccionadas.
- Se pueden añadir dos depósitos de salida de 600 mm de capacidad. El número total de salidas de sobres será entonces de 6 más una posición de evacuación.
- Se puede prever un dispositivo de cancelación en el módulo de entrada para cancelar las notificaciones de ejecución en la cara frontal.

Controles mecánicos

Un sistema de detección combinado para detectar la toma duplicada de documentos se proporciona en el módulo de entrada, consistente en la medición de la longitud del documento y en un control mecánico del espesor.

Si un sobre defectuoso llegase a la posición de inserción, la máquina se pararía. Esto se evita detectando dichos sobres, que se envían a un depósito de rechazo sin detener la operación.

Es importante detectar las congestiones tan pronto aparezcan en cualquiera de los 3 módulos. En el módulo de entrada la posición de los documentos se controla a lo largo de todo el camino mediante fotocélulas. Cuando se detecta una congestión: se detiene la separación de documentos en la posición de alimentación; los carriles de documentos, en el área en que se ha producido la congestión, se desconectan y se detienen los documentos en movimiento evitando aumentar la congestión y su posible daño; los motores de accionamiento se paran y se produce una indicación en el panel del teclado que localiza el área donde se ha producido la congestión.

La sección desconectada se controla e indica en el panel del teclado y no es posible el arranque prematuro de la máquina hasta que los carriles de documentos se hayan re- puestos.

El módulo de inserción en sobres incorpora los siguientes controles mediante fotocélulas: separación de documentos opcionales, separación y alimentación de sobres vacíos, transporte de grupos de documentos y transporte de sobres llenos.

Cuando se detecta una congestión, se interrumpen las siguientes funciones: el motor de accionamiento del módulo de inserción, el avance de la cadena de transporte, el giro del árbol de levas y la alimentación de documentos desde el módulo de entrada.

El movimiento de los sobres en el carril común del módulo de salida se controla también mediante fotocélulas. Cuando se detecta una congestión, se interrumpen las siguientes funciones: el motor de accionamiento del módulo

de salida y la alimentación desde el módulo de inserción en sobres.

Controles del ordenador

La tabla 1 presenta un resumen de las funciones ejecutadas bajo el control del ordenador. El uso de un ordenador permite no sólo una fácil adaptación de la máquina a los requisitos del cliente sino también la posibilidad de usar programas de prueba para comprobar y ajustar las diferentes partes de la máquina. El ordenador está incorporado en el interior de la máquina y se pone automáticamente en funcionamiento tan pronto se conecta ésta.

Tabla 1 - Funciones ejecutadas bajo el control del ordenador

Distinción de los tipos de documentos: <ul style="list-style-type: none">- estado de cuenta- estado de cuenta-anexo- notificación de ejecución- documentos opcionales
Reconstrucción de caracteres no reconocidos mediante los dígitos de prueba
Detección de errores de lectura
Memorización de información
Supervisión de la máquina: <ul style="list-style-type: none">- entrada de documentos- posición de combinación- selección de salida intermedia- entrada de documentos opcionales- mecanismo de cierre de sobres- selección de salida
Recogida de información para estadísticas, tal como: <ul style="list-style-type: none">- número de sobres por salida- número de sobres por cuentacorrentista- contenido de cartas- información de lectura- razones de los rechazos, etc.

La memoria del ordenador es del tipo de núcleos de 8 kpalabras. La rutina de inicialización del ordenador contiene una rutina de auto comprobación que le permite ponerse en operación solamente si todo el programa es correcto. Esta característica permite una rápida y completa comprobación del ordenador y del programa después de cada operación de puesta en marcha de la máquina.

Características funcionales

El equipo óptico de introducción de documentos en sobres está diseñado para manejar una gama restringida de formatos de documentos y sobres (DIN-A6), a una alta velocidad dentro de un aceptable nivel de ruido. El número máximo de documentos por sobre es de 22 (estados, anexos y notificaciones de ejecución) más tres documentos opcionales.

La velocidad de proceso mecánico de la máquina es adaptable a los requisitos del cliente, en cuanto a la disminución del nivel de ruido de la máquina. El módulo de entrada es ajustable desde 12 a 25 documentos por segundo, y el módulo de inserción en sobres desde 2 a 3,33 sobres por segundo (de 7200 a 12.000 sobres llenos por hora).

Tabla 2 - Características físicas del equipo óptico de introducción automática de documentos en sobres

Capacidad práctica media	8000 a 9000 sobres por hora
Aspecto físico	ver figura 1
Dimensiones:	
longitud	7120 mm
anchura	900 mm
altura	1660 mm
Características eléctricas	
- alimentación*	220/380 V, 4 hilos, tierra, 50 Hz
- estabilidad de tensión	+10%; -15%
- estabilidad de frecuencia	± 2%
- Consumo de potencia	≤ 12 kW
- factor de potencia (cos φ)	> 0,8
Condiciones ambientales operacionales	
- temperatura	10 °C a 35 °C
- humedad relativa	40% a 80%
Ruido medido en una posición de operador	78 a 83 dBA dependiendo de la velocidad del equipo

* La máquina se puede adaptar a 60 Hz ± 2% y/u otras tensiones.

La capacidad de manipulación de la máquina depende del número de documentos que haya que recoger en el módulo de combinación para cada sobre en particular.

La capacidad (throughput) práctica, teniendo en cuenta diferentes razones de parada y tiempo de no funcionamiento, con un factor de 0,98 de disponibilidad, estará comprendida entre 8000 y 9000 sobres por hora.

La tabla 2 presenta un resumen de las características físicas del equipo óptico de introducción de documentos en sobres.

Ludo Moens nació en 1950 en Dendermonde, Bélgica. En 1971 se graduó de ingeniero técnico. Ingresó en Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, en 1973 y se ha dedicado al desarrollo de máquinas para manipulación postal y de documentos.

Raymond Terryn nació el 14 de abril de 1934 en Amberes. Estudió Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Mechelen y se graduó en 1959. Este mismo año ingresó en Bell Telephone Manufacturing Company y desde entonces está en la División de Automatización, dedicándose especialmente a máquinas para manipulación postal y de documentos.

Sensibilidad de los micrófonos de carbón para voces reales

Se ha utilizado un grupo de voces de prueba de Standard Telecommunication Laboratories para determinar la característica de sensibilidad-frecuencia de una gran variedad de aparatos telefónicos. También se han medido los índices de sonoridad de los aparatos telefónicos siguiendo las últimas recomendaciones del CCITT.

G. J. BARNES
M. S. HURLEY
R. V. STOCKWELL

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

Introducción

Aunque acaban de cumplirse los cien años de la invención del micrófono de carbón, es evidente por diversas razones que no sabemos aún medir sus características de funcionamiento en forma adecuada. Por ejemplo, si comparamos los resultados de pruebas subjetivas de índices de sonoridad con los cálculos de estos índices a partir de medidas objetivas de las características de sensibilidad-frecuencia de micrófonos de carbón, se encuentran grandes discrepancias que no se explican totalmente con la variabilidad esperada de las pruebas subjetivas. Hay una clara evidencia documental de estos hechos en los resultados del programa del CCITT para el desarrollo de un nuevo método de medida de los índices de sonoridad de los aparatos telefónicos [1, 2, 3]. La figura 1 muestra los resultados de algunas medidas de índices de sonoridad en la emisión hecha subjetiva y objetivamente en el laboratorio de evaluación de aparatos telefónicos de STL. En ella se ve claramente que algunos aparatos necesitan un tratamiento especial, o quizás un tratamiento diferente del resto de los aparatos, en cuanto a la determinación de su característica de sensibilidad-frecuencia con el fin de calcular los índices de sonoridad.

Hay muchas formas de determinar la característica de sensibilidad-frecuencia de un micrófono de carbón. Por ejemplo, utilizando:

- Ondas sinusoidales de diferentes niveles.
- Ondas sinusoidales con barrido de frecuencia de 200 a 4000 Hz y de 4000 a 200 Hz en un segundo, aplicando una ponderación especial a los niveles instantáneos de presión acústica a diferentes frecuencias.
- Ondas sinusoidales con ruido entremezclado a intervalos de quizás medio segundo para estimular el carbón.
- Diversos tipos de ruido, por ejemplo ruido pseudoaleatorio con diferentes pesos de densidad en el espectro continuo y posterior análisis con bandas de 1/3 de octava o transformadas de Fourier rápidas.

Todos estos métodos, y hay otros muchos que no se han mencionado, dan diferentes características de sensibilidad-frecuencia y es difícil saber cual de ellas es la correcta, si lo es alguna.

En el trabajo que se describe a continuación se decidió considerar la voz humana como un patrón con el cual podrían compararse otros métodos de determinación de la característica de sensibilidad-frecuencia, y se comenzó un programa de medidas en el que se pretendía determinar de varias formas las sensibilidades en la emisión de doce apa-

ratos telefónicos con micrófono de carbón de diferente fabricación. El primero y más importante método consistía en determinar la característica de sensibilidad-frecuencia utilizando la voz humana igual que para determinar el índice de sonoridad de un aparato telefónico. En STL hay un grupo de voces de prueba que se emplea para la determinación de equivalentes de referencia o equivalentes relativos de aparatos telefónicos. Recientemente ha intervenido en la determinación de los índices de sonoridad de 17 aparatos telefónicos siguiendo las últimas recomendaciones del CCITT, cuyos resultados se han publicado en documentos del CCITT [3]. Se decidió utilizar este grupo de pruebas y ampliar su composición, consistente en 6 mujeres, con 6 hombres para tener un total de 12 voces. Las medidas que se describen a continuación son sólo las que se hicieron con los componentes femeninos del grupo de voces de prueba, ya que no ha habido tiempo para completar las medidas con los hombres.

El objetivo a largo plazo de este programa de medidas ha sido el desarrollo de una señal de prueba adecuada para su uso en la determinación de la característica de sensibilidad-frecuencia de los micrófonos de carbón, es decir una señal de prueba que active los micrófonos de carbón de

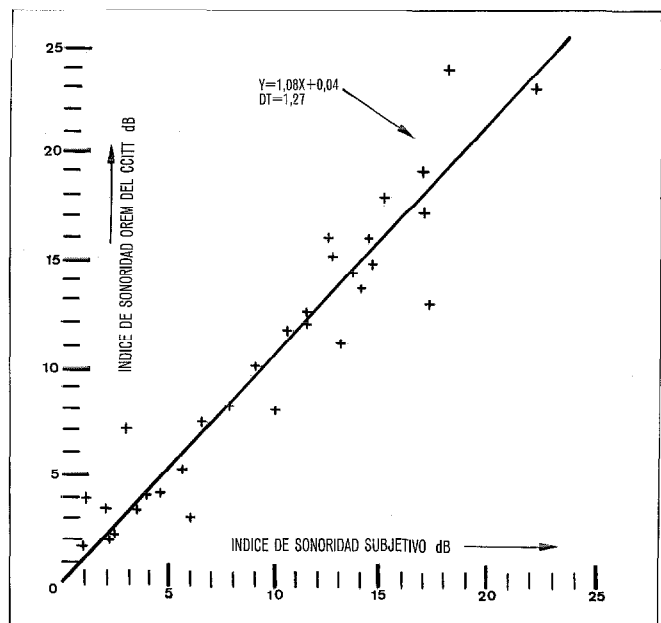


Fig. 1 Índices de sonoridad para 17 teléfonos. Comparación de métodos de medidas objetivas y subjetivas.

igual manera que la voz humana cuando se tiene el microteléfono frente a la boca. En todas las medidas descritas el microteléfono se ha mantenido en la posición normalizada británica de conversación (BMSP), que se conoce en los documentos del CCITT como posición especial del anillo de guarda (SGRP).

Objetivos

En el programa de trabajo que se describe el objetivo ha sido obtener las características de sensibilidad-frecuencia para voces reales (RVSFC) de 12 aparatos telefónicos con micrófono de carbón de diferentes diseños y dos aparatos con micrófono lineal utilizando 12 operadores, 6 de cada sexo. También era un objetivo relacionar las RVSFC con los índices de sonoridad para la misma serie de aparatos telefónicos. Por esta razón se creyó importante utilizar el mismo grupo de voces de prueba que intervino en el programa de medidas de índices de sonoridad.

Hay un cierto número de temas relacionados que se convirtieron en objetivos secundarios, en gran parte como resultado del método elegido para la obtención de las RVSFC. Estos son:

- La característica de sensibilidad-frecuencia de los aparatos con micrófono de carbón utilizando "ruido rosa" (ruido aleatorio con espectro que cae 3 dB por cada octava de aumento de frecuencia)*.
- Los efectos de obstrucción de diferentes bocas artificiales.
- Los espectros vocales de diferentes operadores que utilizan diferente material y la medida en que pueden repetir expresiones en dos ocasiones separadas empleando el mismo material fónico.

En relación al tercer punto, según algunos estudios italianos [5] sobre la determinación de la característica de sensibilidad-frecuencia de los aparatos con micrófono de carbón, es posible hacer que los operadores repitan sucesivamente un material fónico a niveles muy similares, dando de hecho espectros vocales continuos a niveles dentro de uno o dos decibelios, en la repetición de un texto de varias decenas de segundos de duración. Como parte del programa de pruebas, se vio que era posible verificar esta conclusión para frases cortas del tipo de las utilizadas en la determinación de equivalentes de referencia y comparar el espectro vocal correspondiente con diferente material fónico pronunciado por los operadores.

Procedimiento

Hay dos métodos de obtención de la característica de sensibilidad-frecuencia en la emisión de un aparato telefónico con micrófono de carbón utilizando la voz humana y el primero de ellos consiste en la comparación directa entre las salidas de un micrófono de condensador plano y el aparato telefónico en cuestión. El segundo método es más complicado y emplea un pequeño micrófono sonda de electreto. Se describe en el apartado "Método de comparación indirecta (Serie II)".

* *Pink noise* se ha traducido por "ruido rosa" y responde en potencia a la expresión $dR = k \frac{df}{f}$. NOTA del E.

Método de comparación directa (Serie I)

En el método de comparación directa se pronunciaron frases sucesivamente frente a un micrófono de condensador plano (del tipo 4133 de Bruel y Kjaer) y luego se repitieron frente al micrófono de carbón del aparato telefónico. Se registraron las respuestas del micrófono electrostático y del aparato telefónico y después se analizaron, deduciendo la sensibilidad de éste mediante la diferencia entre las dos sensibilidades. Este método de comparación directa supone que el nivel y el espectro de las pronunciaciones sucesivas de la misma frase frente a los dos micrófonos comparados son idénticos. Como esto no absolutamente cierto, se desarrolló el segundo método, más complicado, que se describe a continuación.

Método de comparación indirecta (Serie II)

En este método también se pronunciaron frases repetidas frente a un micrófono Bruel y Kjaer tipo 4133 y el aparato telefónico en pruebas. En este caso, sin embargo, se colocó un pequeño micrófono sonda sobre la embocadura del microteléfono que detectó el espectro y el nivel de presión acústica del operador que hablaba frente a la embocadura. Este micrófono sonda (que era en realidad un micrófono de electreto muy pequeño) se colocó en una posición que quedaba fuera de la corriente de aire directo de los labios para evitar dificultades por las bocanadas de aire. Se empleó entonces la sensibilidad del micrófono sonda para obtener la del micrófono de carbón tomando la diferencia entre las dos características de sensibilidad-frecuencia.

El método indirecto exige que se conozca la respuesta del micrófono sonda para cada microteléfono en la posición que ocupa sobre la embocadura de éste. Con objeto de obtener esta característica de sensibilidad-frecuencia se calibró el micrófono sonda con una boca artificial. La boca artificial elegida [6, 7] fue una que se sabe muy aproximada a la boca humana con respecto al efecto de obstrucción y al campo sonoro alrededor de la abertura de la boca en especial en la zona del punto de referencia de la boca (MRP), que se define como un punto situado sobre el eje de la boca a 25 mm de los labios.

La sensibilidad del micrófono sonda se obtuvo para cada microteléfono colocado en la posición especial del anillo de guarda enfrente de la boca artificial Leman utilizando una señal compuesta por ruido aleatorio "rosa". Registrando las salidas del micrófono sonda y del aparato telefónico al mismo tiempo fue posible también obtener la característica de este último en las mismas condiciones de ruido rosa.

La elección de la posición del micrófono sonda sólo se decidió tras un cuidadoso análisis. Habría sido posible colocar el micrófono sonda con relación al anillo de labios; sin embargo, esto hubiera significado que cualquier pequeño error en la colocación del microteléfono en el espacio con relación al anillo de labios hubiera repercutido en la sensibilidad obtenida. Poniendo la sonda sobre el mismo microteléfono, cualquier error de colocación de éste habrá influido en la sonda y en el propio micrófono de carbón, haciendo, por tanto, que la variación de las sensibilidades obtenidas sea de nivel secundario. En la práctica pudo encontrarse una posición en todos los microteléfonos que es-

taba dentro de un ángulo de 45° con el eje de la boca artificial, medido desde la fuente virtual, y sin embargo fuera del camino del soplo directo de la boca humana. En la ejecución de estas pruebas fue necesario situar cada microteléfono enfrente de bocas humanas o de la boca artificial varias veces, y marcando cuidadosamente la posición se pudo volver a colocar cada vez exactamente el micrófono sonda sobre cada microteléfono.

Ejecución de las pruebas

Posición del microteléfono

En todas las pruebas objetivas y subjetivas, la posición adoptada para el microteléfono fue la SGRP. Esta corresponde a la posición aproximada que ocuparía el microteléfono al ser utilizado por un abonado medio. (En la práctica esto significa que con relación al centro del plano de referencia del pabellón del auricular el micrófono forma un ángulo de unos 35° por debajo de la horizontal, y el propio plano del pabellón del auricular está inclinado un ángulo de 15° con la vertical de manera que el micrófono queda ligeramente hacia arriba).

Se preparó un anillo de labios para cada microteléfono para asegurarse de que los labios de los operadores y el plano de labios de la boca artificial se colocaban correctamente con relación a cada microteléfono en particular. Cada microteléfono en pruebas se fijó entonces en la posición correcta en el espacio, utilizando una guía que permitía "acondicionar" el microteléfono manualmente antes de cada prueba, fuera ésta objetiva o subjetiva. El acondicionamiento del microteléfono se realizó de acuerdo con el espíritu de la recomendación P75 del CCITT [8].

Material fónico

Como los resultados de este estudio formaban parte de un estudio más amplio de los índices de sonoridad de aparatos telefónicos, el material fónico elegido para la determinación de la RVSFC de los aparatos con micrófono de carbón fue semejante al empleado en la determinación subjetiva de los índices de sonoridad, es decir repetición de frases cortas de sólo unos segundos de duración. Cada frase se pronunció primero frente al micrófono de condensador (el tipo 4133 de Bruel y Kjaer que se muestra en la figura 2), dotado de una pantalla antisoplido y colocado en el MRP. Un volúmetro conectado al amplificador del micrófono 4133 permitía a los operadores mantener su voz a un nivel elegido, que era el mismo utilizado por el grupo de voces de prueba de STL en la determinación del equivalente relativo y que es igual a un nivel de palabra medio de -1,2 dBPa. La frase se repitió luego frente a la embocadura del microteléfono en la posición correcta determinada por el anillo de labios. Se eligió un nivel de palabra que el grupo de pruebas estaba acostumbrado a utilizar, con la esperanza de reducir la diferencia de niveles entre las dos veces que se pronunció cada frase.

Cada operador tenía una lista diferente de 16 frases para cada una de las series de pruebas I y II. Las dos primeras fases servían para "entrar en situación" en la prueba y las dos últimas se desechaban. En el análisis posterior sólo las 12 frases intermedias se tuvieron en cuenta.

Para comprobar la aptitud de los operadores de repetir una frase al mismo nivel fónico sin ayuda del volúmetro se realizó una prueba de repetición antes de las series I y II, como se describe más ampliamente en el apartado "Pruebas de la serie I: comparación directa".

Control del experimento

La figura 2 muestra el diagrama de bloques del montaje experimental empleado en todas las pruebas. El control global del experimento se realizó con un procesador PDP8E con circuitos de interconexión asociados. Se utilizó un pequeño mando (O) en la posición del operador para gobernar los contactos de relé 1 a 6 dependiendo del tipo de

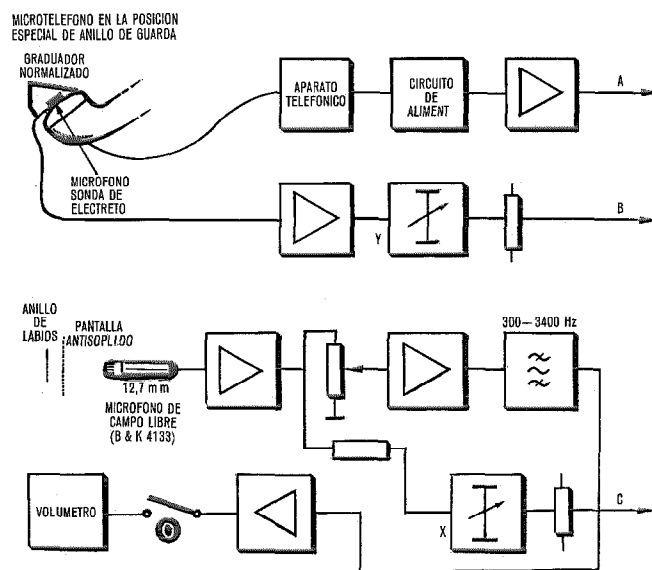


Fig. 2a Diagrama de bloques del experimento. Micrófono y amplificadores.

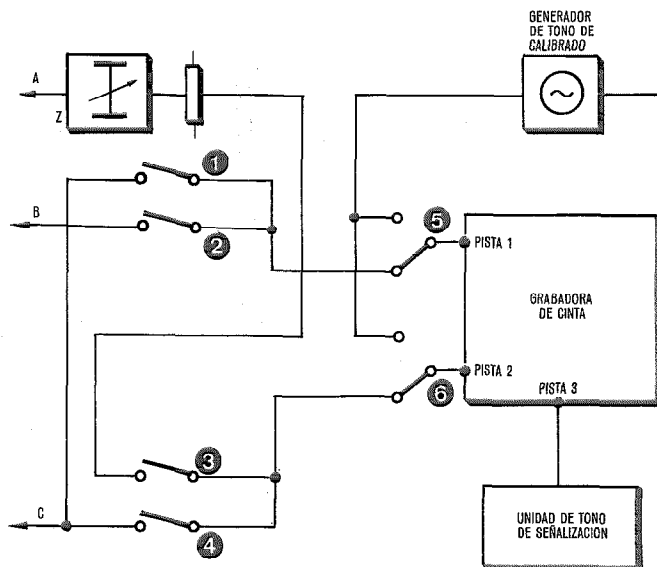


Fig. 2b Diagrama de bloques del experimento. Conexiones a la grabadora de cinta.

prueba y bajo control del procesador. La grabadora de cinta (Ferrograph Studio 8 de tres pistas) se ponía en marcha y se detenía en los momentos debidos y los tonos de calibrado y señalización se registraban en la tercera pista, también bajo control del procesador. Los tonos de señalización y control, que se añadieron para facilitar el análisis automático más tarde, se obtuvieron de un teclado telefónico. Los tonos se emplearon para señalar el principio de las frases, el final de éstas y el tipo de prueba.

Mediante los atenuadores X, Y y Z se mantuvieron óptimos niveles de registro durante todas las pruebas, haciendo el mejor uso posible del margen dinámico que ofrece la grabadora y del convertidor A/D (10 bits) del procesador.

Prueba de repetición

Con referencia a la figura 2, en la prueba de repetición los operadores pronunciaban una frase ante el micrófono 4133 de Bruel y Kjaer con el volúmetro conectado (el mando 0 actuado) y luego repetían la misma frase con el volúmetro desconectado (el mando 0 en reposo). Cada operador utilizó grupos de 16 frases y cada una y su repetición se grabaron en los puntos 1 y 2 respectivamente, a través de los contactos 1 y 4.

Pruebas de la serie I: comparación directa

En esta prueba cada frase se pronunciaba primero ante el micrófono 4133 de Bruel y Kjaer con el volúmetro conectado y se grababa en la parte 1 de la grabadora. La repetición de la misma frase se hacía ante el anillo de labios del microteléfono, y se registraba la salida eléctrica en la pista 2 a través del contacto 3. En esta repetición se desconectaba del circuito el volúmetro. En total se grabaron 16 frases y sus repeticiones para cada uno de los 6 operadores y para los 14 aparatos telefónicos.

Pruebas de la serie II: comparación indirecta

El procedimiento de pronunciación de cada frase y su repetición fue el mismo de las pruebas de la serie I, pero en este caso las dos grabaciones se hicieron con el aparato telefónico (en la pista 2 a través del contacto 3) y con el micrófono sonda (en la pista 1 a través del contacto 2). Cada frase se pronunciaba primero ante el micrófono 4113 de Bruel y Kjaer simplemente para establecer el nivel de la voz utilizando el volúmetro como ayuda visual. En la repetición de las frases se desconectaba el volúmetro. Después de las grabaciones subjetivas se hizo un par de grabaciones para cada microteléfono, en la posición de locución perfecta y con el micrófono sonda colocado, utilizando ruido rosa producido por la boca artificial Leman. Las características de sensibilidad-frecuencia que se obtuvieron se emplearon para calibrar la sonda una vez colocada en cada microteléfono y para dar la característica de sensibilidad-frecuencia del teléfono en presencia de ruido rosa.

Análisis

El análisis de todas las grabaciones en cinta se hizo con un grupo de filtros de un tercio de octava acoplados al pro-

cesador PDP8 a través de un convertidor A/D. El procesador calculó para cada banda de filtraje el nivel de energía medio y almacenó esta información en un registro numerado. A fin de conseguir una precisión suficiente al analizar las cintas grabadas, cada grupo de 16 frases pasó 3 veces el análisis de los filtros de un tercio de octava. Se calculó que haciendo esto habría un 95% de confianza en alcanzar un nivel de precisión mejor de ± 1 dB para las frecuencias de la banda telefónica.

Todo el proceso, incluido el triple análisis de la voz, fue enteramente automático. El equipo periférico del procesador detectaba la presencia de los tonos de control y, bajo el control de un programa analizador maestro, obtenía los espectros continuos necesarios. Se utilizaba luego otro programa para determinar las características de sensibilidad-frecuencia de los teléfonos a partir de los datos registrados en memoria.

Después de obtener las características, se calcularon los índices de sonoridad de cada aparato utilizando el borrador más reciente de la recomendación PXXE del CCITT [9], para cada una de las características resultantes de las series I y II de pruebas y la resultante de la prueba con ruido rosa. Estos índices de sonoridad se calcularon para compararlos con los valores obtenidos subjetivamente como se describe en el borrador de la recomendación PXXC del CCITT [10] utilizando un sistema intermedio de referencia (SIR) construido según la recomendación P48 del CCITT [12], y el SETED (Système Etalon de Travail Electro-Dynamique) [13] como sistema fundamental de referencia [11].

El análisis de las grabaciones en cinta para cada teléfono se repitió varias veces a fin de obtener una estimación de la exactitud del sistema de medición incluyendo el procesador, la grabadora de cinta, el grupo de filtros y los amplificadores asociados. Podrían esperarse variaciones en los resultados de las mediciones repetidas a causa de las interacciones entre el convertidor A/D con su sistema de muestreo y la grabadora de cinta, así como derivas en cada componente del sistema completo.

Resultados

Cuando se redacta este artículo aún hay resultados que están siendo activamente estudiados. El tratamiento completo de estos resultados en cuanto a su presentación completa y análisis crítico queda fuera del alcance de este artículo. A continuación se presenta una selección de RVSFC y algunos índices de sonoridad que se obtuvieron a partir de ellas.

Desde el comienzo de las pruebas se vio claramente que habría problemas de margen dinámico, y por esta razón no se presentan aquí los resultados que se salen del margen de 160 a 5000 Hz.

Prueba de repetición de frases

En la tabla 1 se presentan los espectros de la voz obtenidos para los 6 operadores femeninos en la prueba de repetición descrita en el apartado "Prueba de repetición", es decir, con y sin la ayuda del volúmetro. Son espectros continuos que incluyen las pausas entre las frases. Esta prueba

Sensibilidad de micrófonos

Tabla 1 - Espectro del grupo de pruebas de STL

Frecuencia	Espectros de voz del grupo de voces de prueba en la prueba de repetición				Ver nota 3
	Al comiende las pruebas		Al final de las pruebas		
	Con volúmetro	Ver nota 1	Con volúmetro	Ver nota 1	
Hz (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
160	-40,6	0,4	-41,6	0,3	0,7
200	-31,8	0,3	-33,1	0,4	0,3
250	-29,4	1,4	-28,7	1,3	1,7
315	-42,2	1,5	-39,1	1,8	1,8
400	-38,9	0,4	-40,5	0,3	0,5
500	-35,7	1,1	-35,2	1,5	1,7
630	-41,6	1,0	-40,8	1,1	1,1
800	-42,9	1,7	-41,3	1,6	1,8
1000	-48,2	1,6	-47,5	1,2	1,4
1250	-53,1	1,8	-53,2	1,1	1,2
1600	-56,0	1,5	-55,5	0,9	1,2
2000	-60,7	1,1	-59,3	0,4	1,4
2500	-62,2	0,8	-60,7	0,6	1,7
3150	-60,5	1,3	-61,5	0,1	1,7
4000	-62,0	1,8	-63,5	0	1,0
5000	-64,8	0,6	-65,1	0,1	0,9

Nota 1: Las columnas 3 y 5 dan las medidas de las diferencias de volumen en que hablaron más bajo los operadores en la repetición (sin volúmetro) con relación a la primera pronunciación, que se indica en las columnas 2 y 4.

Nota 2: Los valores de las columnas 2 y 4 están en dBPa/Hz.

Nota 3: Medias de las diferencias de las RVSF's deducidas de las series de pruebas II y I para 13 aparatos (II - I).

de repetición se realizó al principio y al final de las pruebas para determinar si hubo algún cambio significativo de comportamiento. Por razones de conveniencia se dan las cifras para los espectros de voz utilizando el volúmetro y la diferencia en que el volumen de la repetición queda por debajo de la primera pronunciación. También se dan las medias de las diferencias entre las sensibilidades obtenidas para 13 de los aparatos telefónicos en las series de pruebas I y II, a efectos de comparación.

Características de sensibilidad-frecuencia para voces reales

En la tabla 2 se dan las características RVSF para dos de los teléfonos, junto con la característica obtenida con el ruido rosa. Las características se obtuvieron como resultado de las dos series de pruebas I y II para esos dos teléfonos.

Con objeto de tener una estimación de la exactitud de las medidas para ambos teléfonos, se obtuvo dos veces la RVSF. Los resultados de la segunda prueba se dan también en la tabla 2.

Cálculo de los índices de sonoridad

A partir de las RVSF's resultantes de las características obtenidas con ruido rosa se hicieron cálculos de los índices

Tabla 2a - Características de sensibilidad-frecuencia para voces reales del aparato n° 11 con repetición de la medida y característica resultante con ruido rosa

Frecuencia (Hz)	Características de frecuencia				
	Con ruido rosa	Con voces reales			
		1ª. prueba		2ª. prueba	
		Serie I	Serie II	Serie I	Serie II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
160	-22,6	-22,5	-22,2	-26,1	-24,5
200	-17,4	-15,7	-15,7	-19,0	-16,6
250	-11,5	-12,9	-10,7	-14,8	-11,1
315	-8,4	-10,2	-7,9	-12,0	-8,1
400	-8,6	-7,1	-7,5	-9,6	-8,0
500	-8,9	-8,6	-6,9	-10,4	-7,3
630	-8,2	-7,7	-6,4	-9,3	-6,6
800	-8,3	-7,6	-5,8	-9,6	-6,4
1000	-7,6	-6,1	-5,6	-8,0	-6,0
1250	-6,7	-5,0	-3,6	-6,6	-4,0
1600	-4,5	-4,4	-2,1	-5,9	-2,4
2000	-2,9	-1,0	-0,8	-3,9	-1,4
2500	-3,9	-1,9	-1,4	-4,5	-1,9
3150	-5,3	-4,8	-2,4	-5,3	-2,7
4000	-10,5	-9,4	-6,4	-10,2	-6,4
5000	-21,4	-15,7	-15,6	-18,9	-16,7

Todos los valores de las columnas 2 a 6 están en dBV/Pa

Tabla 2b - Características de sensibilidad-frecuencia para voces reales del aparato n° 14 con repetición de la medida y característica resultante con ruido rosa

Frecuencia (Hz)	Características de frecuencia				
	Con ruido rosa	Con voces reales			
		1ª. prueba		2ª. prueba	
		Serie I	Serie II	Serie I	Serie II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
160	-25,3	-23,1	-23,9	-23,6	-24,6
200	-16,7	-15,8	-15,7	-15,9	-15,5
250	-11,3	-14,0	-12,4	-14,0	-12,0
315	-9,0	-11,3	-10,4	-12,6	-9,9
400	-8,8	-9,8	-9,3	-9,9	-8,9
500	-9,8	-11,2	-9,8	-11,4	-9,4
630	-8,2	-9,4	-8,4	-9,7	-8,2
800	-7,5	-9,3	-7,8	-9,8	-7,1
1000	-7,6	-8,8	-7,0	-9,0	-7,0
1250	-7,0	-8,4	-7,3	-8,8	-6,6
1600	-5,6	-6,8	-5,8	-6,8	-5,3
2000	-4,0	-5,0	-4,2	-5,8	-3,5
2500	-3,8	-5,9	-4,2	-6,3	-3,6
3150	-2,1	-3,6	-2,6	-3,9	-1,5
4000	-7,2	-7,6	-7,3	-7,2	-6,3
5000	-18,7	-17,5	-17,0	-17,1	-15,9

Todos los valores de las columnas 2 a 6 están en dBV/Pa

de sonoridad para 13 de los aparatos. (Uno de los 14 originales sufrió un cambio en sus características de sensibilidad a mitad de las pruebas y tuvo que ser retirado). En la tabla 3 se dan los resultados de estos cálculos, incluyéndose una columna obtenida con el método de medida objetiva OREM* del CCITT [14] (Provisional II) para determinar los índices de sonoridad. Este método toma la característica de sensibilidad-frecuencia de un aparato utilizando un barrido de frecuencia de onda sinusoidal en la gama 200 - 4000 - 200 Hz en un segundo y hace un cálculo analógico para obtener el índice de sonoridad. Se trata de un sistema primitivo que no incluye las últimas ponderaciones de frecuencia [9]; puede esperarse que los resultados individuales difieran en menos de 1 dB de los obtenidos con un sistema totalmente actualizado.

Tabla 3 - Índices de sonoridad calculados a partir de las características de sensibilidad-frecuencia de los aparatos y comparación con los obtenidos por métodos subjetivos y objetivos de medida

Aparato telefónico (de carbón)	Índices de sonoridad				
	Subjetivo	Calculados a partir de las sensibilidades			
		Serie I	Serie II	Ruido rosa	OREM CCITT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2,6	3,5	1,4	1,9	2,9
2	2,3	1,6	0,3	1,3	2,4
3	4,1	4,3	2,9	3,4	4,3
4	10,1	11,2	9,7	8,5	8,0
5	1,8	4,4	2,7	2,8	3,5
6	2,7	-	-	-	2,6
7	0,4	1,3	0,5	0,0	1,8
8	0,8	3,6	2,1	2,1	4,1
9	6,8	7,2	5,7	5,8	7,8
10	4,6	3,9	3,3	2,3	5,0
11a		4,1	1,3		
11b	3,0	2,2	0,9	3,0	7,0
12	6,2	4,4	3,4	4,0	3,5
(no carbón)					
13	5,7	4,8	3,3	3,5	5,6
14a		4,9	2,8		
14b	4,6	4,5	3,3	3,1	4,6

Discusión y conclusiones

Aptitud del grupo para repetir frases al mismo nivel

Los resultados que se dan en la tabla 1 indican que el grupo de prueba pronunció las frases la segunda vez en la prueba de repetición (sin volúmetro) entre 1 y 2 dB más bajas de volumen que la primera vez (con volúmetro). Si este fenómeno se dio en todas las pruebas, debía esperarse que las RVSFC's obtenidas en la serie I de pruebas (sin supervisión del nivel de locución) dieran un volumen más bajo que las obtenidas en la serie II (en que se midió el nivel

de locución utilizando el micrófono sonda y se tuvo en cuenta).

La columna 6 de la tabla 1 indica que así ocurrió en realidad y que los operadores bajaron el volumen de su voz en más de 1 dB en la repetición. Considerando índices de sonoridad, la columna 6 de la tabla 1 es equivalente a 1,4 dB. Sin embargo, el espectro vocal resulta muy semejante con y sin volúmetro.

El espectro al final de las pruebas parece muy poco diferente del espectro del principio, con menos de 2 dB en cualquier frecuencia.

Características de sensibilidad-frecuencia para los aparatos 11 y 14

En la tabla 2, columnas 4 y 6, se ve que la repetición fue buena para ambos aparatos en la serie II de pruebas, pero no tan buena para el aparato 11 en la serie I. Puede apreciarse para los dos aparatos que los resultados de las pruebas de la serie I dan sensibilidades más bajas que las obtenidas en la serie II. La diferencia media de los índices de sonoridad para estos aparatos en las series I y II de pruebas es 1,6 dB, que es comparable con la cifra dada en el apartado "Aptitud del grupo para repetir frases al mismo nivel".

Para el aparato sin micrófono de carbón (el 14) era de esperar que la característica de sensibilidad-frecuencia obtenida empleando ruido rosa fuera muy parecida a la obtenida en la serie II de pruebas. Con alguna excepción, las columnas 2, 4 y 6 de la tabla 2b son realmente muy semejantes. En la tabla 2a (aparato 11, de carbón) esas columnas no son tan parecidas, dando el ruido rosa una característica menos sensible que la de la serie II de pruebas.

Cálculo de los índices de sonoridad

Como se ha indicado, una de las principales razones de este trabajo ha sido garantizar una mejor coincidencia entre los índices de sonoridad calculados y los valores determinados subjetivamente. La tabla 3 muestra el grado de coincidencia alcanzado y también proporciona un medio útil de evaluar las diferencias entre cuatro métodos de determinación de la característica de sensibilidad-frecuencia.

Los valores de la columna 2 son las medias de dos medidas subjetivas de los índices de sonoridad de cada aparato completamente independientes. No se incluyó línea de abonado alguna en ninguna de las pruebas para obtener los valores de las columnas 2 a 6.

La figura 1 da el resultado de las medidas subjetivas y objetivas de los índices de sonoridad para 17 aparatos telefónicos con línea de resistencia nula o con línea larga, correspondiendo cada punto a la media de cada par de medidas. La figura 3, que es comparable con la figura 1, es la representación de las columnas 4 y 2. Puede advertirse que la desviación típica del error de la línea recta más aproximada a los puntos de la figura 3 es menor que la correspondiente a la recta de la figura 1. Se esperaba que así fuera, y esto indica que, si pudo obtenerse objetivamente la característica de sensibilidad-frecuencia dando el equivalente de la RVSFC, se deberá tener mayor confianza a la larga en la posibilidad de determinar objetivamente con precisión los índices de sonoridad.

* Objective Reference Equivalent Meter: Equipo de medida objetiva del equivalente de referencia.

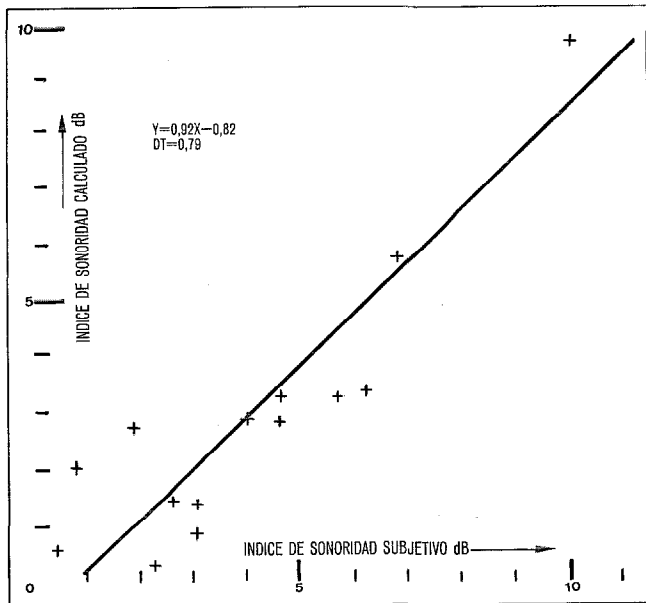


Fig. 3 Índices de sonoridad calculados. Serie II de pruebas comparada con valores determinados subjetivamente.

Pueden hacerse otras comparaciones muy interesantes entre columnas. Por ejemplo, las columnas 4 y 5 muestran la aptitud del ruido rosa para reproducir igual característica de sensibilidad-frecuencia (desde el punto de vista de índices de sonoridad) a la RVSF. En este caso existe en general una gran concordancia, con diferencias de sólo 1 dB, más o menos, en los índices de sonoridad resultantes. Sin embargo, existe la excepción del aparato 11, que se eligió para la repetición en particular debido a la falta de concordancia entre los resultados de las medidas objetivas y subjetivas de los índices de sonoridad (ver la columna 6). Para el aparato 11, la RVSF tiene un nivel 2 dB más alto que la determinada con ruido rosa. Sin embargo, debe advertirse la concordancia entre las columnas 2 y 5 para este aparato.

Si se representa la columna 5 en ordenadas y la 2 en abscisas se obtiene una línea recta como mejor aproximación $y = 0,83x + 0,79$ con una desviación típica (DT) de 0,54. El hecho de que la pendiente no sea 1 se debe probablemente a la reducida gama de valores utilizada. La pequeña desviación típica es significativa e indica que el ruido rosa podría ser un buen punto de partida para encontrar una señal apropiada para activar acústicamente los micrófonos de carbón con objeto de determinar sus características de sensibilidad-frecuencia. El ruido rosa empleado tenía un espectro más amplio que la banda de 50 a 10.000 Hz. Se sospecha que las frecuencias muy bajas son importantes.

Si se representa la columna 3 en ordenadas y la 4 en abscisas la línea recta más aproximada es $y = 1,01x + 1,45$ con una desviación típica de 0,37. Este resultado indica la equivalencia de las RVSF's determinadas en las series I y II, pero siendo el nivel de la característica de la serie I 1,45 dB más alto (ver también el apartado "Aptitud del grupo para repetir frases al mismo nivel"). La pequeña desviación tí-

pica indica también que las características resultantes pueden repetirse con razonable exactitud.

La medida repetida (7 veces) con el mismo material fonético dio resultados con un error típico sobre el valor medio de aproximadamente 0,25 dB.

Agradecimiento

Se agradece a la Dirección de Standard Telecommunication Laboratories Limited el permiso para la publicación de este artículo.

Referencias

- [1] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Comisión de Estudio XII, Contribución N° 1, Cuestión 15/XII, Measurement of Loudness Rating, noviembre 1976, págs. 145-146.
- [2] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Documento Provisional N° 13 en la Reunión del Grupo de trabajo de Laboratorio, 23-24 junio 1977.
- [3] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Tomo V, Calidad de Transmisión Telefónica, Recomendación P. 76, Determinación de índices de sonoridad, principios fundamentales, págs. 91-97.
- [4] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Comisión de Estudio XII, Contribución N° 52, Índices de sonoridad - Experiencia adquirida en su determinación y resultados de algunas pruebas, (ITT), septiembre 1977.
- [5] G. Modena y A. Reolon: Caractéristiques de Réponse de Microphone et de Récepteurs Téléphoniques: Federation of Acoustical Societe of Europe (FASE), Simposio N° 1, París, 29 septiembre-3 octubre 1975, págs. 1-11.
- [6] H. S. Leman: Problems in the Design of an Artificial Mouth: Conferencia pronunciada en el Acoustical Group of the Physical Society Symposium on Microphone and Midrophone Calibration, Londres 17 enero 1962, 17 págs.
- [7] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Segunda Asamblea Plenaria, Nueva Delhi, 8-15 diciembre 1960, Libro Naranja, Tomo V, Calidad de Transmisión Telefónica Líneas Locales y Aparatos de Abonado, Anexo 15 a las Recomendaciones, Boca artificial utilizada por la Chile Telephone Company, págs. 374-399.
- [8] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Tomo V, Calidad de Transmisión Telefónica, Recomendación P. 75, Método normalizado de acondicionamiento previo de los micrófonos de carbón, págs. 90-91.
- [9] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Comisión de Estudio XII, Contribución N° 1, noviembre 1976, Anexo 2 (a la Cuestión 15/XII) Parte II, Proyecto de Recomendación P. XXE, Cálculo de índices de intensidad sonora a base de las características de eficacia/frecuencia, págs. 156-180.
- [10] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Comisión de Estudio XII, Contribución N° 1, noviembre 1976, Anexo 2 (a la Cuestión 15/XII), Parte I, Proyecto Parcial de Recomendación P. XXC, Método de prueba subjetiva para la determinación de índices de intensidad sonora de conformidad con la Recomendación P. 76, págs. 153-155.
- [11] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Tomo V, Calidad de Transmisión Telefónica, Recomendación P. 48, Especificación de un sistema intermedio de referencia, págs. 46-51.
- [12] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1965, Libro Naranja, Tomo V, Calidad de Transmisión Telefónica, Recomendación P. 42, Sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia, Anexo 3, Descripción de un sistema patrón de trabajo con micrófono y receptor electrodinámico (SE-TED), págs. 35-37.

[13] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Comisión de Estudio XII, contribución N° 75, Cuestión 15/XII), Diseño y empleo de aparatos de medida para la determinación de índices de sonoridad (ITT y Administración del Reino Unido), abril 1975.

John Barnes nació en Ilford, Essex, en 1931. Tras graduarse por el Queen Mary College, de la Universidad de Londres, como licenciado en Ciencias, en la especialidad de telecomunicación, ingresó en STC New Southgate para trabajar en el laboratorio de acústica. En 1956 pasó a STL para trabajar en tratamiento de la palabra, diseño de teléfonos con altavoz y evaluación de aparatos telefónicos. Es ahora jefe del departamento responsable de la evaluación de aparatos telefónicos y del tratamiento de la

palabra. El Sr. Barnes representa a ITT en la Comisión de Estudio XII del CCITT.

M. S. Hurley nació en Dawlish, Devon, en 1945. Estudió ingeniería eléctrica en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Manchester e ingresó en STL en 1967 para trabajar en el diseño de teléfonos con altavoz. Ahora es ingeniero responsable de las pruebas ambientales y de vida de componentes de aparatos telefónicos.

R. V. Stockwell nació en Londres en 1948. Ingresó en STL en 1969 y recibió un HNC en ingeniería eléctrica y electrónica en 1972. Desde entonces ha permanecido en el departamento de evaluación de aparatos de abonado. Actualmente trabaja como ingeniero de investigación de nuevos métodos de pruebas.

Equipo de medida MFC-R2 para mantenimiento

Entre los diversos esfuerzos encaminados a mejorar el servicio de las comunicaciones telefónicas se incluye el mantenimiento preventivo de los diferentes equipos instalados en centrales. El Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica han colaborado en este sentido desarrollando dispositivos de prueba que cubren desde simples medidores hasta sistemas de supervisión controlados por ordenador. Entre los citados, se ha diseñado un equipo de medida con el fin de facilitar al personal de mantenimiento la tarea de verificar la parte electrónica de los equipos Emisores y Receptores Multifrecuencia correspondientes al sistema R2.

La presencia de parámetros de tipo analógico que intervienen en la señalización multifrecuencia, como son nivel de señal, frecuencia, intervalos de tiempo, etc., hace al personal de mantenimiento más laboriosa su tarea al verificar los equipos correspondientes. Por esta razón es frecuente que la revisión de dichos equipos se limite a simples pruebas funcionales. Con la ayuda, sin embargo, del Equipo de Medida MFC-R2 que se describe en este artículo puede realizarse la tarea de modo eficaz y preciso midiendo los parámetros más significativos y contrastando los resultados con los valores recomendados por el CCITT [1]. Si bien estas medidas pueden efectuarse, en teoría, utilizando instrumentación convencional, no es así en la práctica, debido al elevado coste de los equipos de medida que se necesitarían y también al tiempo demasiado largo que se gastaría en cada prueba.

El presente Equipo de Medida MFC-R2 resuelve el problema simplificando su manejo puesto que contiene las frecuencias y los rangos de medida justamente necesarios, con un número mínimo de controles o mandos. El equipo es robusto para su transporte e incluye las adecuadas protecciones de tipo eléctrico, tanto para el operador como para sus propios circuitos.

Características principales

El Equipo de Medida MFC-R2 que se describe en este artículo está formado por dos unidades portátiles independientes:

- unidad generadora, EM-023
- unidad receptora, EM-024.

La unidad generadora representada en la figura 1, en el lugar inferior, suministra diferentes señales calibradas que permiten verificar el funcionamiento de los emisores y receptores MF-R2 en condiciones límites. Dichas señales son las siguientes:

- Los 30 códigos 2/n correspondientes al sistema R2. Las frecuencias que forman los códigos son sintetizadas partiendo de una señal de reloj procedente de un oscilador de cristal. Mediante conmutadores pueden seleccionarse manualmente los parámetros de nivel, desviación de frecuencia y duración de la señal.

- Señales de control de duración calibrada que permiten seleccionar códigos R2, actuando sobre el selector del emisor MF bajo prueba. Se trata de códigos 2/n con los niveles lógicos de tierra y batería.
- Una segunda señal de código R2 que, combinada con la primera, simula falsos códigos (3/n o 4/n) o bien códigos en presencia de señales de fuga. Se incluyen los medios adecuados para efectuar pruebas en ambos modos de transmisión, a cuatro hilos o a dos hilos; en el segundo caso, la señal de interferencia se suministra por una salida independiente, sumándose a la señal principal en la propia bobina híbrida, conectada entre la línea y el receptor MF bajo prueba.
- La unidad incluye un circuito que permite sumar a la señal de prueba una componente de ruido, suministrada por un generador exterior.

La unidad receptora EM-024, cuyo aspecto externo se representa en la figura 1 en el lugar superior, contiene los siguientes dispositivos de medida:

- Un medidor selectivo de nivel y frecuencia. Mediante un conmutador de botones puede sintonizarse cualquiera de las 12 frecuencias que forman los códigos MF-R2. La presentación de la medida es numérica.
- Un medidor de intervalos de tiempo, con presentación también numérica.
- Un detector de tonos decodificados que indica el estado de las seis salidas correspondientes a un receptor MF.
- La unidad incluye también dos resistencias calibradas conmutables que se conectan en paralelo con la entrada del medidor selectivo, permitiendo sobrecargar intencionadamente los generadores MF bajo prueba.

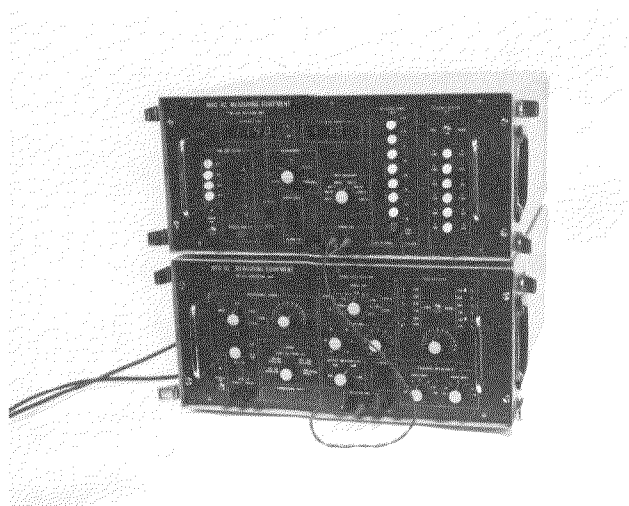


Fig. 1 El nuevo equipo de medida MFC-R2, diseñado para facilitar la prueba de los parámetros más significativos en los sistemas de señalización multifrecuencia. El receptor EM-024 está situado en la parte superior y la unidad generadora EM-023 en la inferior.

Tabla 1 - Pruebas que se pueden realizar en los equipos de señalización MFC-R2

Prueba de generadores MF

Medida precisa del nivel y de la frecuencia de la señal de salida.
Verificación de la impedancia interna de los generadores.
Prueba del sistema de alarma asociado, permitiendo regular su sensibilidad mediante la aplicación de una sobrecarga calibrada.

Prueba de envióres MFC

Comprobación de los códigos 2/6 generados mediante señales de control, verificando que el emisor traduce la orden a las frecuencias correctas.
Medida del nivel de la señal en línea para cada frecuencia de código.
Comprobación de la ausencia de falsos códigos ($n/6$, $n \neq 2$) y de señales de fuga durante los intervalos en los cuales no se envían tonos.
Como prueba dinámica, verificación de la respuesta del emisor midiendo los tiempos de conmutación $T_{S1} + T_{S2}$.

Prueba de receptores MFC

Verificación de la respuesta de receptores conectando señales de código R2 para prueba.
Verificación de los umbrales de las señales lógicas de salida.
Verificación de la sensibilidad del receptor para las condiciones límites de operación y de no operación.
Prueba de la selectividad del receptor detectando su respuesta frente a desviaciones de frecuencia de la señal a la entrada, en condiciones límites.
Comprobación de la respuesta frente a diferencias de nivel entre los dos tonos que forman el código. Se incluyen las condiciones de operación normal, operación límite y de no-operación (1 entre n).
Comprobación de la impedancia de la línea.
Comprobación de la recepción de señales tanto en el modo de operación a 4 hilos como a 2 hilos.
Verificación del tiempo de respuesta de receptores MFC midiendo los tiempos de operación y de recuperación (T_O , T_R).
Comprobación de la respuesta en condiciones de no operación para códigos 1/n y 3/n.
Verificación de la respuesta del receptor frente a señales de código de muy corta duración, a las cuales debe ser insensible. Comprobar igualmente que ignora posibles interrupciones de corta duración de señales de código recibidas.
Verificación de la recepción de señales de código en presencia de señales de fuga o de ruido.

El presente equipo de medida contiene por lo tanto los dispositivos necesarios para verificar con precisión y eficacia los parámetros más significativos correspondientes al sistema R2.

Aplicaciones

Las funciones que los equipos de señalización MFC-R2 realizan son fundamentalmente la generación de señales y su distribución, el envío y la recepción de códigos MF. La tabla 1 resume las pruebas que en condiciones límites pueden efectuarse con la ayuda del equipo de medida MFC-R2.

Para efectuar la medida de los parámetros mencionados se procederá a poner fuera de servicio el equipo bajo prueba. El equipo de medida MFC-R2 se conectará a los circuitos a verificar bien mediante puntos de acceso especiales, bien extrayendo la unidad de cuadro y usando un adaptador, cuando se trate de placas enchufables.

Respecto a la calibración del equipo de medida MFC-R2, además de la recomendada revisión periódica, ofrece la facilidad de auto-chequeo conectándose entre sí sus unidades generadora y receptora.

Reconocimiento

El autor agradece al Sr. A. G. Haddon, de DECC en París, su valiosa ayuda, prestada al Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S. A., durante el desarrollo del equipo de medida MFC-R2.

G. del Aguila
Centro de Investigación ITT de
Standard Eléctrica, S. A.,
Madrid, España

El Sr. G. del Aguila es jefe de proyecto de audiocomunicaciones en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S. A.

Referencias

- [1] Detailed Specifications of Signalling System R. 2: Publicado por International Telecommunication Union, 1969.

Para solicitar separatas de artículos publicados en este número e información sobre precios, se ruega escriban a:

P. Mornet
Managing Editor, Electrical Communication
18—20, rue Grange-Dame-Rose
F-78140-Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.

Nuevas realizaciones

Una central de conmutación automática METACONTA para la estación Lyon-Perrache

La vieja central de conmutación del tipo paso a paso ha sido sustituida por una central de conmutación automática del tipo METACONTA* que fue puesta en servicio el 24 de junio de 1978 y que está equipada con:

- 2000/2400 extensiones, de las cuales 1000/1000 con marcaje interno directo
- 280/360 enlaces directos automática a 4 hilos (función de centro de tránsito)
- 48/60 enlaces de salida
- 10/20 enlaces bidireccionales
- 48/60 líneas públicas de entrada para marcaje interno directo
- 40/80 líneas de usuarios distantes
- 1 consola de visualización para el supervisor

* Marca registrada del sistema ITT

- 4 posiciones de operadora, 1 de las cuales es para una persona ciega
- 1 dispositivo de transmisión de mensajes y registros sonoros para instrucciones orales
- 3 teleimpresores, 1 de los cuales se utiliza para cargar llamadas personales.

Además de las numerosas facilidades proporcionadas por el sistema METACONTA, la central telefónica de Lyon-Perrache está constituida por 3 cadenas de circuitos diferentes que forman un todo.

Primero la cadena de tránsito regional y nacional recibe las llamadas procedentes de otros centros regionales o nacionales sobre circuitos a 4 hilos.

Entre las llamadas recibidas pueden darse dos casos:

- La cadena recibe una llamada dirigida a ella. Entonces la procesa y establece la llamada con el abonado de su cadena local.
- La cadena recibe una llamada no di-

rigida a ella. Entonces la conmuta hacia otro centro terminal, tandem o nacional, dependiendo del tipo de marcaje recibido.

Esta llamadas, denominadas de tránsito, pasan a través de la central de conmutación automática al nivel de unidad de selección de grupo.

Los circuitos interurbanos de Lyon van a París, Dijon, Chambéry, Marsella, Clermont-Ferrand y Montpellier.

Los circuitos tandem vienen de Saint-Etienne y Valence, y los circuitos terminales vienen de Saint-Germain-Mont-d'Or, Sibelin y Chasse.

Segundo, la cadena local permite el establecimiento de llamadas telefónicas entre abonados de la misma central.

Tercero, la cadena de acceso directo permite a los abonados locales comunicar con los abonados de la red pública francesa.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Espectroscopia electrónica Auger

La espectroscopia electrónica Auger (AES) es una técnica no destructiva para el análisis elemental de superficies sólidas. Es una nueva y poderosa herramienta para el laboratorio analítico de Bell Telephone Manufacturing Company.

El proceso es similar a la técnica de microprueba electrónica excepto en que se detecta y se analiza la energía de los electrones emitidos en lugar de la de rayos X.

La aparición de picos en el espectro de Auger indica la presencia de elementos específicos en la superficie de la muestra. El volumen de análisis es menor que $0,5 \mu\text{m}$ de diámetro y aproximadamente 10^{-9}m de profundidad. La capacidad de atacar mediante bombardeo iónico la superficie de una muestra, simultáneamente con su análisis, hace posible la obtención de datos relativos a la composición de la muestra como función de la profundidad de la muestra. Un sistema de ordenador ejerce control indirecto sobre los diversos componentes y proporciona una adquisición completa de datos, clasificación de datos, multiplexa-



Equipo de espectroscopia Auger en funcionamiento.

ción, valor medio de la señal y procesado matemático de datos.

AES se utiliza en Bell Telephone Manufacturing Company como una herramienta para el estudio de estructuras multicapa de capa fina en circuitos integrados, el estudio de la segregación

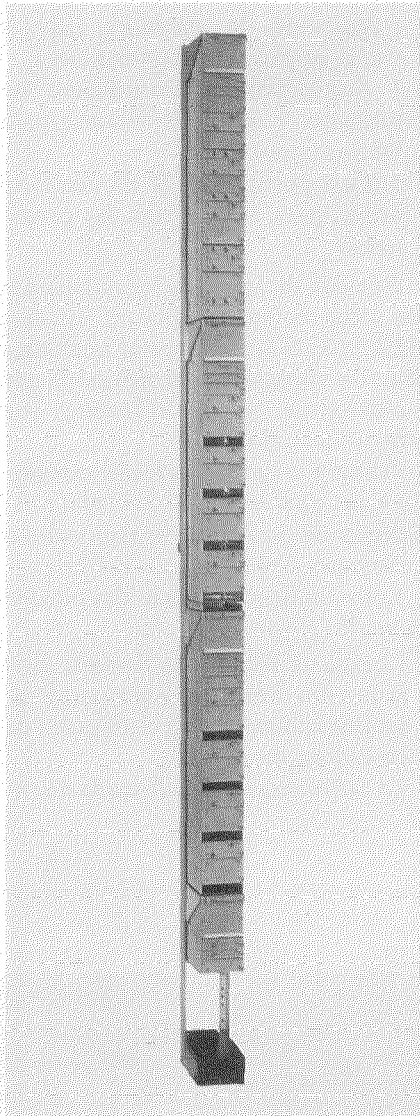
de granos en los bordes de metales y cerámicas, el análisis de inclusiones en metales y en el estudio de la difusión de superficie y de interfase.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Equipo múltiplex de agregados de 15 grupos secundarios para 10.800 canales de acuerdo con el Plan 2 de frecuencias

Para países que hayan introducido el esquema de agregados de 15 grupos secundarios, SEL ha desarrollado un equipo múltiplex, denominado QGU V 10800 (B), para la generación de la banda de 60 MHz, de acuerdo con la Recomendación G333 del CCITT, Plan 2 de frecuencias.

La banda de transmisión comprende 12 agregados de 15 grupos secundarios. El bloque de partida es el agregado básico de 15 grupos secundarios en la banda de frecuencias 312 a 4028 kHz. El agregado 2 de 15 grupos secundarios se obtiene modulando el agregado básico de 15 grupos secundarios con una frecuencia portadora de 8432 kHz. Otros 11 agregados básicos de 15 grupos secundarios son trasladados con la frecuencia portadora de 12.648 kHz al margen de frecuencias del agregado 3 (8620 a 12.336 kHz), que está dentro de la banda de frecuencias del grupo cuaternario básico (Plan 1). La subsiguiente expansión de la banda de transmisión progresa como en el Plan 1. Uno de los once agregados 3 de 15 grupos secundarios se aplica directamente, mientras que los 10 agregados 3 restantes de 15 grupos secundarios se trasladan a sus frecuencias de transmisión mediante las mismas frecuencias portadoras que en el



Equipo múltiplex de agregados de 15 grupos secundarios.

Plan 1. El suministro de portadoras está descentralizado y las frecuencias portadoras se obtienen a partir de las frecuencias de control de 2108 y 2200 kHz. La regulación y supervisión de la frecuencia piloto se aplican en cada agregado básico de 15 grupos secundarios. Debido al filtrado especial, el agregado de 15 grupos secundarios puede conectarse sin necesidad de equipo adicional.

El equipo múltiplex completo de agregados de 15 grupos secundarios consta de tres unidades de montaje vertical de 700 mm de altura y una unidad de montaje vertical V-SEP* de 200 mm de altura, y se monta en un bastidor de 2600 mm de altura (ver figura con las unidades de regulación enchufables en las unidades de montaje vertical II y III).

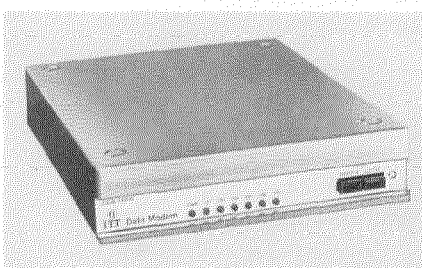
El equipo está construido de acuerdo con la práctica de equipos VSEP*, que es intercambiable con la práctica de equipos BW 7R2 del PTT alemán.

*Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal de Alemania*

* Marca registrada del sistema ITT

Modem de banda base DCB 19200

Standard Telefon og Kabelfabrik ha desarrollado una nueva generación de modems de banda base. El modem, denominado DCB 19200, lleva en producción en serie desde finales de 1977.



Modem de banda base DCB 19200

El modem DCB 19200 funciona con transmisión de banda base de señales binarias sincronas codificadas de acuerdo con las Recomendaciones V.24. También se han tenido en cuenta las V.23 y V.26 del CCITT para operaciones de adaptación.

El equipo, que incluye el transmisor y el receptor, transmite señales en serie a velocidades de señalización de datos de 600, 1200, 2400, 4800, 9600 ó 19200 bit/s, y puede funcionar en dúplex (a 4 hilos) o semidúplex (a 2 ó 4 hilos).

El alcance máximo del modem, cuando se utiliza sobre cable de 0,6 mm es aproximadamente de 18 km a la velocidad de datos de 19200 bit/s. Es posible la operación de multisegregación.

El modem está pensado para conexiones a líneas alquiladas y es adecuado para funcionamiento punto a punto o multipunto.

El modem DCB 19200 consta de una única placa de circuito impreso tipo UNISWEP* alojada en una caja de plástico "ABS" con una cubierta frontal de aluminio en la que se montan las lámparas indicadores y los conmutadores de pruebas.

El modem está equipado con igualadores ajustables y una pantalla a base de LED incorporados, proporcionando una fácil sintonía para un alcance óptimo de transmisión.

*Standard Telefon og Kabelfabrik A/S,
Noruega*

* Marca registrada del sistema ITT

Primera transmisión digital de televisión por satélite a 34 Mbit/s en Europa

En junio de 1978, SEL realizó la demostración, por primera vez en Europa, de transmisión digital de televisión por satélite a una velocidad de 34 Mbit/s.

Los experimentos y pruebas fueron realizados en la estación terrena de Raisting utilizando el satélite franco-alemán SYMPHONIE que está en una posición geoestacionaria de 11,5° de longitud oeste sobre el ecuador. Patrocinado por el Ministerio Federal de Investigación y Tecnología, el desarrollo del sistema fue realizado por SEL bajo los auspicios de la Sociedad para la Investigación del Espacio. El sistema, ya completado, pudo ser probado bajo condiciones reales.

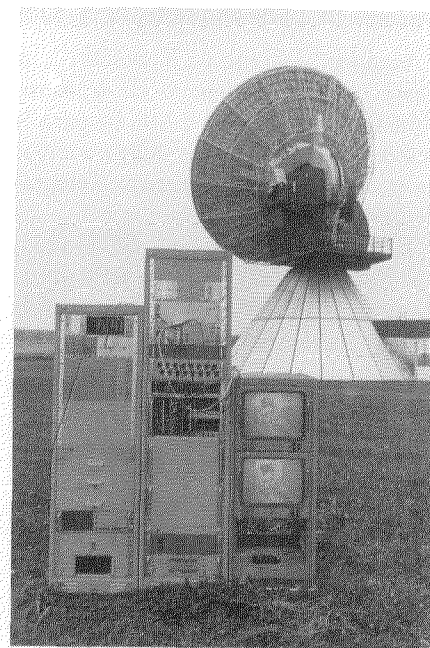
Una ventaja esencial de la transmisión digital es su insensibilidad a distorsiones de la señal en el camino de transmisión. Además el método de transmisión empleado hace posible reducir la potencia de salida del transmisor del satélite a un quinto de la utilizada en la transmisión convencional usando modulación de frecuencia ana-

lógica. Para este fin, no obstante, la velocidad de transmisión, que es de unos 100 Mbit/s en el caso de transmisión MIC normal, se ha reducido a 34 Mbit/s. En el grupo utilizado en la demostración de Raisting, esto se consiguió empleando modulación diferencial de impulsos codificados (DPCM).

Los representantes de prensa que presenciaban la transmisión de televisión por satélite quedaron impresionados por la buena calidad de la imagen. Para la transmisión de sonido, existe un canal estéreo de alta calidad.

Un primer análisis de los resultados de la amplia prueba reveló un notable acuerdo con las consideraciones teóricas realizadas con anterioridad al desarrollo. Pueden conseguirse mayores mejoras instalando un sistema de protección de errores que no estaba aún disponible para la demostración que se realizó en Raisting.

El sistema de transmisión digital de televisión se presta para una gran variedad de aplicaciones, no sólo asociadas a los satélites comerciales de comunicación, sino también para transmisión terrestre en sistemas de ra-



Equipo de transmisión digital de televisión. Al fondo, la antena SYMPHONIE.

dioenlaces y enlaces por cables ópticos y coaxiales.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

El British Post Office encarga teleimpresores ITT 2300

Tras la anterior aceptación del teleimpresor ITT 2300 para su utilización en la red télex del Reino Unido, el British Post Office ha pedido 12.000 teleimpresores de los cuales casi la mitad serán del nuevo modelo, junto con sus equipos asociados. Este pedido cubre la transición en el British Post Office del teleimpresor modelo 15, cubierto por el resto del pedido, a su sustituto el modelo 233 (el ITT 2300).

El teleimpresor ITT 2300, adecuado para su utilización en sistemas télex en todo el mundo, ofrece una amplia gama de facilidades y es tan fácil de utilizar que una mecanógrafa puede hacerle funcionar sin entrenamiento especial. El diseño electrónico ha aumentado la fiabilidad y reducido las exigencias de mantenimiento.

Además del pedido del British Post Office, se han recibido importantes pedidos de exportación del teleimpresor ITT 2300.

ITT Business Systems, Reino Unido



Teleimpresores ITT 2300

Sistema PCM de abonado, SCT-3205

Standard Telefon og Kabelfabrik ha desarrollado un sistema de transmisión PCM (MIC) de 2 Mbit/s para la red de abonados, en estrecha cooperación con la Administración Telegráfica noruega.

El sistema, denominado SCT-3205, que lleva en producción en serie desde comienzos de 1978, está basado en la estructura de trama de CEPT/CCITT para los sistemas convencionales de 30 canales, permitiendo la transmisión de la señalización y de la palabra en dúplex a 30 abonados sobre dos pares de hilos en cable aéreo o enterrado. De forma alternativa, la transmisión puede efectuarse por medio de radioenlaces.

El sistema SCT-3205 proporciona las siguientes señalizaciones desde la central al abonado:

- señales de llamada de 25 Hz
- impulsos de tarificación de 16 kHz
- inversión de polaridad.

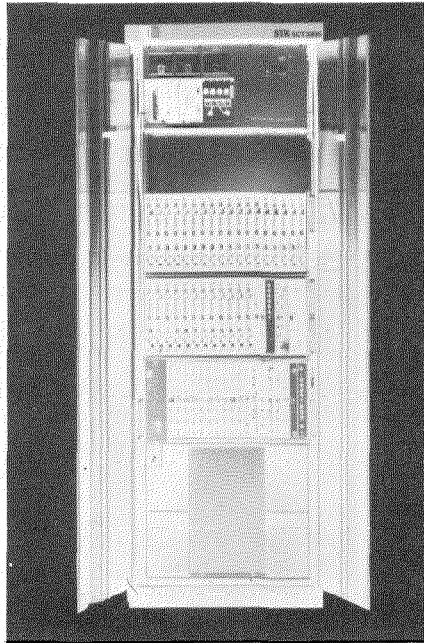
Y desde el abonado a la central:

- señalización de bucle
- señalización de pulsador de tierra para PABX.

El equipo SCT-3205 consta de un terminal asociado a la central y conec-

tado al equipo de conmutación, y un terminal de abonado conectado a los circuitos del abonado.

El terminal de abonado está principalmente instalado en áreas sin acceso



Equipo SCT-3205. Permite conversación y señalización dúplex para 30 abonados sobre dos pares de hilos.

a baterías de la central, por lo que se suministra con un convertidor CA/CC que funciona a partir de la red de corriente alterna, y una batería de plomo estanca a los gases para funcionamiento de emergencia durante al menos 8 horas. Las unidades de potencia y el equipo terminal de abonado están montados en el mismo armario. También puede suministrarse en un armario especial para intemperie.

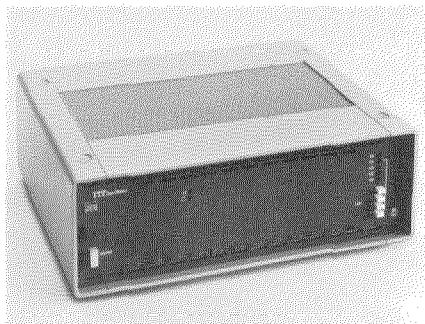
El equipo SCT-3205 representa una alternativa económica al tendido de nuevos cables de abonado y montaje de pequeñas centrales y PABX, y ofrece una solución sencilla y económica para encaminamiento temporal de líneas de abonados de una central local a otra. Pueden satisfacerse necesidades temporales de mayor número de circuitos.

Además, el sistema SCT-3205 contribuirá a mejorar la calidad de transmisión. El sistema SCT-3205 está diseñado para adaptarse a los tipos convencionales de centrales. La conexión se realiza en el adaptador del equipo de conmutación, sin que sea necesaria ninguna modificación de la central.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Modem de datos de 4800 bit/s con facilidad de multipuertas

El modem GH-2058 de SRT para transmisión de datos a 4800 bit/s, recientemente introducido, está ahora



Modem GH-2058 de SRT para transmisión de datos a 4800 bit/s.

disponible con una facilidad de multipuertas que ofrece la posibilidad de conectar hasta cuatro terminales de datos trabajando simultáneamente sobre una línea telefónica. De este modo el modem puede funcionar con diversas combinaciones de submúltiplos de 4800 bit/s, por ejemplo 4 entradas funcionando cada una a 1200 bit/s, que es una posibilidad única no disponible con ningún otro modem de este tipo.

El modem GH-2058 está diseñado de acuerdo con la recomendación V.27 del CCITT. Esto implica modulación diferencial de 8 fases con funcionamiento sincrónico sobre redes de líneas alquiladas punto a punto o multipunto.

También cumple completamente con las recomendaciones V.24 y V.28 del CCITT, proporcionando compatibilidad absoluta con los demás modems que cumplen estas recomendaciones.

El modem está disponible como modelo de sobremesa. La caja es de aluminio, permitiendo apilar 5 modems. Opcionalmente existen disponibles abrazaderas de fijación para montaje del modem en un bastidor estándar de 19 pulgadas.

El modem GH-2058 se instala fácilmente. No se necesitan herramientas especiales ni instrumentos de prueba.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

La PABX UNIMAT 4020 presentada por primera vez en el SICOB

Esta PABX de pequeña capacidad completamente electrónica, enteramente diseñada y fabricada por CGCT, se presenta en un pequeño armario (altura = 32 cm, longitud = 65 cm, profundidad = 20 cm) que contiene todas las unidades (incluyendo el suministro de energía) para formar una instalación que comprende hasta 8 líneas exteriores y 12 extensiones.

La PABX UNIMAT* 4020 puede ampliarse a 8 líneas exteriores y 32 extensiones.

El microprocesador y el principio de control por programa almacenado permiten ofrecer a los usuarios como facilidades estándar, aquellas facilidades que hasta ahora estaban reservadas a instalaciones de más importancia, tales como rellamada automática a extensiones ocupadas, servicio intervención de prioridad, señalización de llamadas en espera, transferencia automática a una extensión libre u ocupada desde cualquier extensión.

El pupitre de la operadora del sistema es especialmente agradable de manejar: presentación progresiva del número externo llamado, marcaje abreviado, repetición automática de un número externo que se encuentra ocupado o que no responde, indicación de extensión ocupada, marcaje por teclado, etc.

Sin embargo, el sistema UNIMAT 4020 puede funcionar sin pupitre de operadora. En este caso, un simple aparato telefónico (aparato simplifi-

cado de operadora) actúa como pupitre de operadora. Este aparato tiene facilidades "especiales de operadora" tales como transferencia automática a extensiones libres u ocupadas, ofrecimientos, etc.

Datos técnicos de la PABX UNIMAT 4020

Características generales

Centralita completamente electrónica y controlada por microprocesador y programa almacenado.

La unidad central está constituida por un microordenador (microprocesador 8080).

La red de conexión a una sola etapa está constituida por puntos de cruce a base de transistores MOS.

Este diseño del sistema permite un tráfico especialmente elevado, superior a 0,25 E por extensión.

Alimentación

Un dispositivo de alimentación integrado permite el funcionamiento directo desde la red. Alimentación de reserva de emergencia para las líneas de la red en caso de fallo de la alimentación. La alimentación puede asegurarse por medio de una batería exterior.

Modularidad

1 línea externa y 2 extensiones a la vez.

Capacidad	Líneas exteriores	Extensiones
Módulo 1	4	10 ó 12
Módulo 2	8	30 ó 32

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

Sistema centralizado de tarificación TELTA para los grandes almacenes du Printemps de París

El día 8 de junio de 1978, CGCT puso en servicio un sistema centralizado de tarificación tipo TELTA* en los grandes almacenes Printemps.

Este dispositivo, directamente conectado al repartidor principal de la central de conmutación automática PENTACONTA* de la oficina central de Printemps, que lleva en servicio muchos años, permite llevar la cuenta

de todas las llamadas salientes, ya sean locales, interurbanas, de larga distancia o internacionales.

Está conectado a 110 líneas salientes y bidireccionales y a 150 líneas de la Administración para la selección directa de llegada. Debido a ello, todas las llamadas procedentes de extensiones que tienen acceso directo a la red pública, así como de las extensiones dotadas de marcaje interno directo, son automáticamente registradas en cinta. El sistema instalado permite tarificar 500 departamentos con indicación detallada de las extensiones de cada departamento. Además un do-

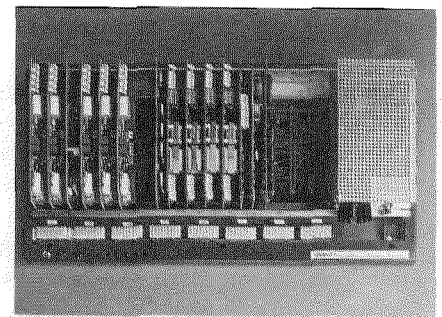


Fig. 1 Placa de circuito impreso empleado en la nueva centralita UNIMAT 4020 de pequeño tamaño.

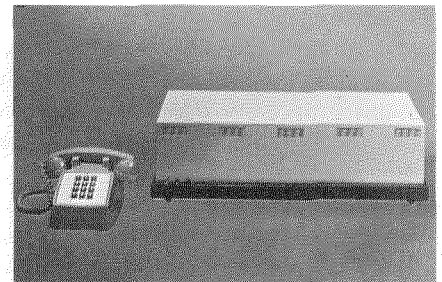


Fig. 2 Vista de la centralita UNIMAT 4020. El armario mide 320 x 650 x 200 mm.

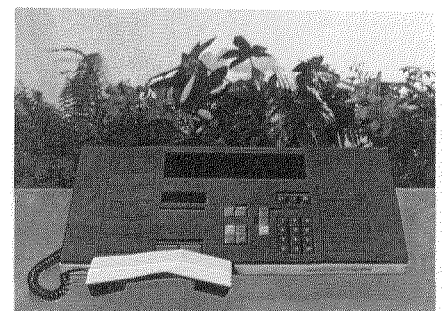


Fig. 3 Consola de operadora para la centralita UNIMAT 4020.

cumento lista todas las extensiones de la instalación indicando específicamente: el número de la extensión que llama, el número solicitado, tipo de comunicación (local, larga distancia, internacional), fecha, hora de comienzo, hora de finalización, número de unidades de cómputo.

Debe notarse que este sistema incluye también un generador de impulsos de tarificación, ya que la retransmisión de los impulsos de tarificación no está asegurada por la central principal de la Administración francesa.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

Equipo de conferencias múltiples para la Administración noruega

El equipo de conferencias múltiples, recientemente rediseñado, permite establecer dos grupos de conferencias múltiples independientes, conteniendo cada una hasta 9 abonados. Los abonados dentro de cada grupo están interconectados, a 4 hilos, a través de amplificadores de separación (A) y a la matriz de abonados (SM), que es una agrupación de puntos de cruce similar a barras cruzadas.

A través de otros amplificadores de separación (B), y una matriz de grupo (GM), ambos grupos pueden interconectarse para formar un único grupo de conferencias múltiples para un máximo de 18 abonados. La matriz de grupo proporciona también la conexión de dos operadoras o máquinas avisadoras.

En caso de condiciones de estabilidad pobres, puede intercalarse por la operadora una atenuación suplementaria en los bucles de abonados. La

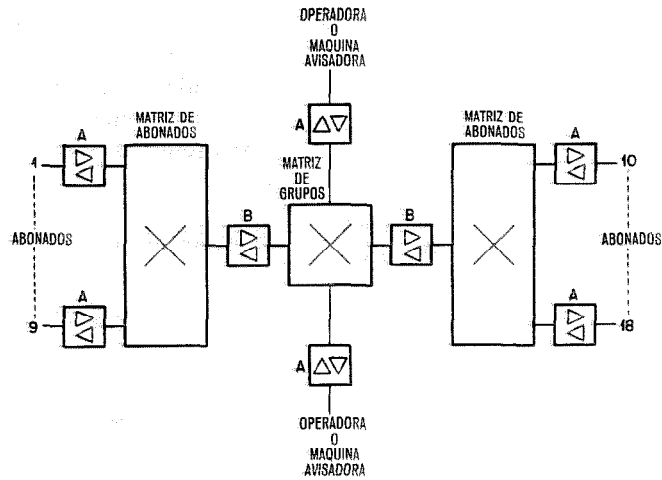


Diagrama de bloque del equipo de conferencias múltiples.

operadora puede también bloquear la recepción de todos los abonados de un grupo antes de completar las conexiones de conferencias múltiples.

El diseño sigue la práctica de equipos suiza BW 62. El equipo de confe-

rencias múltiples se monta en un bastidor de 2736 mm que también contiene las unidades usuales de suministro de energía.

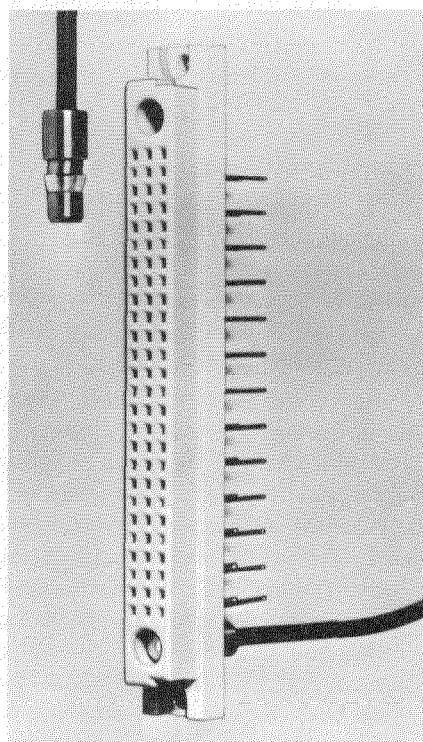
Standard Telephon & Radio AG, Suiza

Conectores para fibras ópticas

ITT Cannon ha aumentado su programa de conectores para fibras ópticas. Ofrece versiones que permiten acoplar cables de fibras ópticas unos con otros, o con componentes optoelectrónicos. También están disponibles versiones combinadas con contactos de tierra eléctricos. Además de conectores para haces de fibras (diámetro activo máximo = 4 mm) existen también conexiones para fibras aisladas.

Los manguitos de empalme de fibras ópticas desmontables están protegidos contra influencias tales como luz o polvo. Las pérdidas de acoplamiento están limitadas a un mínimo debido a la precisión de fabricación. Pueden conducirse voltajes auxiliares a través de los contactos.

Société des Produits Industriels ITT, Francia



Conectores para fibras ópticas.

Italia encarga el segundo sistema de cable submarino de gran capacidad

Azienda di Stato per i Servizi Telefonici, la Administración italiana de telecomunicaciones, ha encargado un segundo sistema de cable submarino de gran capacidad, NG-1, para su red nacional. El sistema de 257 millas náuticas será instalado en 1979 entre Génova y Sassari en el noroeste de Cerdeña.

El sistema NG-1, capaz de transmitir hasta 5520 llamadas telefónicas simultáneas o televisión en color bidireccional y 1800 circuitos telefónicos, tiene una capacidad mayor que cualquier otro sistema actualmente disponible. En los dos años que han pasado desde su introducción, se han vendido 9 de estos sistemas de gran capacidad, NG-1.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Nueva gama de relés miniatura de vacío diseñados para sustituir a los relés reed para alto voltaje

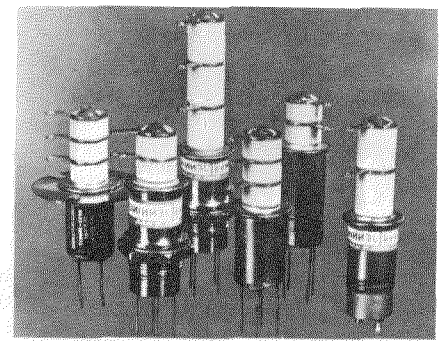
ITT anuncia una nueva serie de relés de vacío, aislados de tierra, que son ideales para aplicaciones de alta fiabilidad en comunicaciones, y en equipos electrónicos médicos y de control.

Fabricados por ITT Jennings, estos nuevos dispositivos están disponibles con conmutación unipolar de una dirección o unipolar bidireccional. La capacidad de manejo de potencia de estos relés de vacío excede las posibilidades de los relés reed para alto voltaje. Denominadas series tipo RF40,

50 y 60, los relés ITT pueden conmutar 7 kV eficaces hasta a 10 A y a frecuencias de funcionamiento que van desde CC a 76 MHz.

La resistencia de contacto de los relés de vacío de ITT es menor de 20 mΩ. Todos los tipos están disponibles como relés con retención o relés sin retención. Otro factor favorable es la fiabilidad, que alcanza a 10⁶ operaciones.

Estos productos se están diseñando para aplicaciones tales como suministros de alimentación de tubos de ondas progresivas, puesta a tierra de seguridad de desfibriladores y cosedoras quirúrgicas, sintonizadores o acopladores digitales de antena de radiofrecuencia de a bordo o transportable a



Nuevos relés miniatura de vacío.

hombros, redes de formación de impulsos de radar.

*Cannon Electric GmbH,
República Federal de Alemania*

Primera instalación de una central electrónica con carga compartida de llamadas en Sudamérica (Colombia)

Una nota sobre esta central ME-TACONTA* L, de Villa Hermosa,

* Marca registrada del sistema ITT

fue publicada en el volumen 53, número 2 de esta revista. Queremos precisar que el concepto de carga compartida de llamadas, experimentado intensamente desde 1962, fue también estudiado y experimentado por el Centro Nacional d'Etude des Télé-

communications. El concepto fue adoptado por ITT dentro del marco de una solución original cubierta por importantes patentes en numerosos países.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

El medidor de polución de petróleo obtiene su homologación

Un sistema láser/fibra óptica, desarrollado por Standard Telecommunication Laboratories para la medida de la polución de petróleo en el agua, ha recibido la aprobación del Ministerio de Comercio del Reino Unido (UK Department of Trade). Estos tres medidores OILCON* (medidor de lastre, medidor de sentina con registrador y medidor de sentina de 15 partes por millón), son los primeros en obtener los Certificados de Inspección y Pruebas (Certificates of Inspection and Tests). Los medidores son fabricados por ITT Controls, en Holanda.

El sistema OILCON** emplea una técnica de dispersión de luz que utiliza láseres de estado sólido y fibras ópticas. El sistema ha superado pruebas que demuestran que cumple las últimas exigencias de IMCO para los me-

didores de petróleo en el agua. Se han realizado amplias pruebas de campo en barcos de pasajeros y de carga, y en un barco anti-marea de petróleo, llamado por el Gobierno francés para ayudar en el reciente desastre del Amoco Cadiz. OILCON ha pasado también amplias pruebas simulando severas condiciones marinas en STL y en el laboratorio de una importante compañía petrolífera.

Este nuevo sistema puede utilizarse principalmente de tres maneras diferentes. En primer lugar, las medidas del petróleo en el agua pueden imprimirse en un registrador de gráfico sellado que funcionarios públicos pueden inspeccionar en cualquier momento. Este registro también puede usarse para probar la inocencia del capitán de un barco injustamente acusado de la polución hallada en las proximidades de su barco. En segundo lugar el sistema OILCON puede utilizarse para desconectar bombas, así como para hacer sonar alarmas, cuando el contenido en petróleo exceda el límite fijado por IMCO. Finalmente puede combinarse con un sistema de separación de petróleo y

agua en el que el petróleo se mantiene a bordo en un tanque y solamente el agua limpia es bombeada fuera. El petróleo del tanque se descarga en tanques situados en tierra o en lanchas al final de cada viaje.

Los medidores OILCON cubren la gama completa de las exigencias de IMCO, desde 0 a 1000 ppm para servicio de lastres, hasta 15 ppm para descarga del agua de la sentina de la sala de máquinas en aguas costeras. Los medidores son robustos, exactos, tienen una respuesta rápida, y son insensibles a los diversos grados del petróleo. Son de funcionamiento sencillo, diseñados para instalación en zonas peligrosas, e ideales para su utilización en salas de máquinas automatizadas. Además no se pueden obstruir y los medidores pueden funcionar a elevadas temperaturas del agua. El sistema lleva incorporado un amplio conjunto de alarmas y controles.

El arranque del sistema para el medidor OILCON se inicia con un lavado abundante secuencial automático, puesta a cero y calibración.

*Standard Telephones and Cables,
Reino Unido*

* Marca registrada del sistema ITT

** Dr. G. D. Pitt: Sistema óptico láser/fibra para la medida del petróleo contenido en el agua; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 2, págs. 200-201.

Receptores Navstar para el Ministerio de Defensa del Reino Unido

Standard Telecommunication Laboratories (STL) ha recibido el primer contrato del Ministerio de Defensa del Reino Unido para el desarrollo y producción de receptores de elevada eficacia para funcionar con el sistema mundial de navegación y guiado Navstar, de los Estados Unidos. A mediados de la década de los 80, el sistema tendrá 24 satélites orbitando la Tierra para permitir a las aeronaves, buques y vehículos militares, calcular exacta y rápidamente su posición, altura y velocidad. Aunque pensado en un principio para uso militar, el sistema Navstar estará disponible eventualmente para aplicaciones comerciales.

Este contrato sigue a un estudio realizado con éxito para el Royal Aircraft Establishment (RAE) durante el cual STL definió los problemas de diseño e identificó los caminos para obtener la

mayor eficacia. STL ha construido ya el primer receptor europeo fabricado industrialmente para decodificar las señales procedentes de los satélites Navstar. En unión con RAE, STL desarrollará y suministrará 8 receptores experimentales para evaluación, incluyendo pruebas de vuelo. También será abordado el trabajo sobre antenas adaptables instaladas en aviones.

La Military Business Unit de Standard Telephones and Cables e ITT Components Group Europe fabricarán conjuntamente el equipo desarrollado por STL.

El segmento espacial del sistema Navstar consta de 24 satélites dispuestos en 3 planos. Cada satélite transmite dos señales de navegación moduladas con códigos especiales de distancia, detalles de la órbita del satélite y datos del sistema. El segmento terreno comprende un receptor que mide la fase del código recibido comparándola con la de un reloj local y el desplazamiento doppler de la portadora recibida, y un

procesador que calcula la distancia y la velocidad del satélite. Observando 4 satélites, un observador puede determinar su propia posición tridimensional, velocidad y tiempo de Greenwich.

El receptor básico de STL utiliza un bucle de seguimiento de código tipo conmutación y es capaz de recibir las señales codificadas de espectro distribuido procedentes de los satélites Navstar. Se ha obtenido un buen acuerdo entre las potencias de la señal recibida y medida y la frecuencia doppler; también se han realizado medidas del pseudo-alcance y desplazamiento doppler, y decodificación de los datos del sistema y de efemérides. Los nuevos receptores de elevada eficacia en desarrollo para la RAE incorporarán circuitos de seguimiento de portadora y de código múltiple, y microprocesadores para cálculos de navegación y control del receptor.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido

Una central de conmutación automática METACONTA en el Centro Comercial del Louvre de París

Tras la fachada del edificio de los Grandes Almacenes Louvre, situados en la Place du Palais Royal de París, se abrió en marzo de 1978 un nuevo centro comercial en el que la División de Comunicaciones Privadas de CGCT ha instalado un sistema telefónico electrónico METACONTA*.

Esta central está equipada con 3500 extensiones con selección directa a la llegada y 300 líneas de enlace.

* Maca registrada del sistema ITT

En lo que a las operadoras se refiere, existe un grupo común de 4 pupitres mas un pupitre de supervisora y la posibilidad de 8 posiciones ampliadas del tipo de consola de visualización que pueden asignarse a diferentes compañías del centro comercial.

Esta central de conmutación automática se ha puesto en servicio utilizando la última versión del software desarrollado por CGCT, lo que permite a los abonados utilizar las numerosas facilidades del sistema METACONTA de la forma más amplia posible. Por otra parte, el sistema centralizado de tarificación es especialmente

eficaz ya que permite obtener, sin ningún proceso externo, la totalidad de los datos de tarificación en forma no codificada, de acuerdo con diversos criterios de clasificación.

CGCT está así presente en tres de los más importantes centros de oficinas de París: la Torre de Maine Montparnasse (6000 líneas), la Torre Défense Societé Générale (4000 líneas) y Comercial del Louvre (3500 líneas), equipados cada uno de ellos con una central METACONTA.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Equipos de transmisión para comunicaciones telefónicas internacionales

El British Post Office ha firmado un contrato con STC para el suministro e instalación de equipos de transmisión para el desarrollo de sus servicios internacionales en Mondial House (Londres), Lands End (Cornwall), y en la estación terrena de satélites

Madley (Hereford). Este equipo, diseñado y desarrollado por STC para cumplir las exigencias del British Post Office para tráfico telefónico internacional, será puesto en servicio entre 1979 y comienzos de 1981.

Las llamadas internacionales se establecen frecuentemente sobre largas distancias que emplean enlaces de líneas aéreas, radio y cables submarinos,

e incluyen complejas combinaciones de equipo multiplex. Para asegurar que la calidad de la voz en tales circuitos se mantiene aceptable, el British Post Office ha especificado para algunos parámetros valores más exigentes que los requeridos para la red nacional.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Instalación de una central de conmutación automática METACONTA en Renault-Rueil

Después de las Fábricas "A" y "O", la Régie Nationale des Usines Renault ha encargado a CGCT la instalación telefónica de su nuevo Centro Técnico situado en Rueil-Malmaison.

Este centro técnico estudia y prepara la materialización física de los diversos modelos de automóviles que serán después fabricados en las otras fábricas Renault.

El centro está equipado con una central de conmutación automática

METACONTA* que fue puesta en servicio en abril de 1978. Está equipada para 1500 extensiones con selección directa a la llegada, 50 enlaces salientes, 50 enlaces entrantes de selección directa a la llegada, 30 enlaces directos automáticos con la Fábrica "A" situada en Boulogne-Billancourt, y 10 enlaces directos automáticos con el Centro Experimental de Lardy.

La instalación se completa con 4 pupitres de operadora y una consola de visualización para el supervisor.

Las últimas facilidades proporcio-

nadas por el sistema METACONTA están desde luego a disposición de los usuarios y del Servicio de Explotación.

Esta reciente instalación eleva a 7.500 el número de líneas del sistema METACONTA en servicio en las fábricas de Renault.

Debe destacarse el hecho de que el mantenimiento de estas tres centrales de avanzado diseño lo realiza el departamento telefónico de Renault, asegurando CGCT sólo asistencia técnica durante visitas periódicas.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

La Gendarmería austriaca encarga un sistema ITT 6400 ADX

El Ministerio del Interior de Austria ha encargado a ITT Austria un sistema doble de conmutación de mensajes ITT 6400 ADX*, para la Gendarmería austriaca, que será suministrado por ITT Business Systems Group.

El sistema ITT 6400 ADX encamina, registra, almacena y busca automáticamente mensajes y datos. Pue-

den acomodarse una amplia gama de terminales y códigos para satisfacer una amplia gama de aplicaciones. En el sistema austriaco se utilizarán procesadores dobles ITT 16/44 que tendrá 96 líneas y unidades de presentación visual ITT 3230 de velocidad media. El software estará basado en el paquete ya probado utilizado por la Policía de la República Federal de Alemania, con algunas facilidades mejoradas para cumplir las exigencias especiales de la Gendarmería austriaca.

El sistema asegurará una comunicación más rápida y más fiable entre los

departamentos de la Gendarmería y policía, ya que se interconectará con las centrales de teleimpresores automáticas y manuales ya existentes. Adicionalmente, todos los abonados tendrán acceso a facilidades de diálogo con un procesador electrónico de datos.

Cuando se ponga en servicio a mediados de 1979, el tráfico de teleimpresores de la Gendarmería en toda Austria será controlado desde esta instalación situada en Viena.

ITT Business Systems Group, Reino Unido

* Marca registrada del sistema ITT

Cable submarino de energía Tanzania - Zanzibar

Standard Telefon og Kabelfabrik ha firmado un contrato con la State Fuel and Power Corporation de Zanzibar

para el suministro, tendido e instalación de un cable submarino de 132 kV para la transmisión de energía hidroeléctrica desde la parte continental de Tanzania a la isla de Zanzibar.

El cable seleccionado es un cable relleno de aceite con depósitos indepen-

dientes de 3 núcleos, que será entregado y tendido en un solo tramo de 38 km. Será el mayor cable relleno de aceite con depósitos independientes de 3 núcleos, instalado hasta la fecha.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega