



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Suplemento 21

(Serie P)

(03/93)

**CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA
LÍNEAS Y APARATOS DE ABONADO**

**PRINCIPIOS DE UNA SEÑAL FUENTE
COMPUESTA, COMO EJEMPLO DE UNA
SEÑAL DE MEDIDA PARA DETERMINAR LAS
CARACTERÍSTICAS DE TRANSFERENCIA
DEL EQUIPO TERMINAL**

**Suplemento 21 a las
Recomendaciones UIT-T de la Serie P**

(Anteriormente «Recomendaciones del CCITT»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

El Suplemento 21 a las Recomendaciones UIT-T de la serie P, preparado por la Comisión de Estudio XII (1988-1993) del UIT-T, fue aprobado por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1994

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Introducción	1
2 Requisitos de las señales de medida y procedimientos de análisis.....	1
3 Señal fuente compuesta.....	1
4 Otras posibilidades de la señal fuente compuesta	4
Referencias	4

PRINCIPIOS DE UNA SEÑAL FUENTE COMPUESTA, COMO EJEMPLO DE UNA SEÑAL DE MEDIDA PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSFERENCIA DEL EQUIPO TERMINAL

(Helsinki, 1993)

(citado en las Recomendaciones de la Serie P)

1 Introducción

Los procesos no lineales, como el control de eco acústico (AEC, *acoustic echo control*), control automático de ganancia (AGC, *automatic gain control*), sistemas de compresión, etc., se utilizan cada vez más en los equipos terminales de telefonía (por ejemplo, teléfonos manos libres o sistemas móviles), para mejorar la calidad de transmisión de la conversación. También se utilizan compensadores o supresores de eco, para la reducción del eco en la red, en las llamadas de larga distancia. Las características de transferencia de todos estos dispositivos no pueden considerarse ni lineales, ni invariables con respecto al tiempo (LTI, *linear and time-invariant*). En consecuencia, no pueden utilizarse los procedimientos corrientes de medición, basados en señales de medida estacionarias, para determinar sus características de transferencia.

Existe una gran variedad de señales de medida no estacionarias más adecuadas, que van desde chirridos («chirps») hasta señales moduladas complejas¹). Como ejemplo de una señal de medida no estacionaria, se ofrecen en este suplemento los principios de una «señal fuente compuesta» (CSS, *composite source signal*).

2 Requisitos de las señales de medida y procedimientos de análisis

Para determinar las funciones de transferencia con fines de prueba y certificación, se requieren procedimientos de medida que produzcan resultados definidos y reproducibles.

Por una parte, una señal que permita determinar las características de transferencia de esos sistemas debe simular adecuadamente las propiedades de la voz real (es decir, proporcionar sonido vocalizado, sonido no vocalizado, modulación, estructura temporal, etc.). Por otra parte, debe especificarse esa señal no sólo de manera tal que permita medir la función de transferencia en diferentes modos de funcionamiento, sino también las características de conmutación entre modos y el comportamiento de esos sistemas en la operación dúplex. Asimismo, debería medirse la pérdida del retorno para el eco y, especialmente, el comportamiento temporal de los compensadores de eco.

Para satisfacer estos requisitos contrapuestos se ha definido, como un compromiso adecuado, la «señal fuente compuesta» (CSS). Esta señal consiste, en esencia, en los diferentes tipos de señales descritos en la cláusula 3, que pueden combinarse de formas diferentes. No se ha adoptado todavía una definición exacta de su composición ni su calibrado.

3 Señal fuente compuesta

Al elaborar la señal fuente compuesta se han considerado interesantes los tres componentes siguientes :

- señal vocalizada, para simular las propiedades de la voz;
- señal determinística, para la medición de funciones de transferencia sin errores estadísticos con espectro de densidad de potencia constante de la señal de excitación en el dominio de frecuencia considerado;

¹) Existen diferentes tipos de señales de medición. Estas señales pueden dividirse en categorías estacionarias y no estacionarias.

Señales estacionarias: sinusoidales, multisinusoidales, de ruido, secuencias de máxima longitud (MLS, *maximum length sequence*), señal de seudoruido (PN, *pseudo-noise*)

Señales no estacionarias: chirridos

con señales moduladas simples: trenes de impulsos, ráfagas de tonos/ruidos/chirridos, CSS

con señales moduladas compuestas: señal RASTI de la CEI, voces artificiales Rec. P.50, voces de conversación artificial Rec. P.59, voces reales.

- señal de pausa que produce modulación de amplitud. Se obtienen las siguientes características:
 - i) breve periodo de medición;
 - ii) posibilidad de inyectar la señal de prueba simultáneamente en los sentidos de habla y de escucha.

Para utilizar una señal de esas características es necesario poner el objeto estudiado en un estado definido y reproducible durante el periodo de medición y garantizar que sus funciones de transferencia no cambien durante el transcurso de la medición (condición cuasiestacionaria). Con ese fin, la señal fuente compuesta (véase la Figura 1) consta de los siguientes componentes:

a) *Sonido de voz, mediante la señal de «voz artificial» de la Recomendación P.50*

El sonido de voz de la señal CSS tiene por finalidad activar los eventuales detectores de habla de los sistemas controlados por la voz. La razón por la cual se ha elegido el sonido de voz es que, presumiblemente, todos los futuros teléfonos manos libres responderán rápidamente a ese sonido. Esta señal sirve para activar un teléfono manos libres, a fin de que pueda medirse el sentido de transmisión. Puesto que se conocen con exactitud la duración, el comienzo y el fin del sonido de voz, esta señal puede utilizarse también para medir el tiempo de conmutación del sentido de transmisión medido. Gracias a la forma de la señal en el dominio del tiempo pueden determinarse el tiempo de conmutación y el retardo de todo el sistema, de conformidad con la Recomendación P.34. La duración total de la señal es de 50 ms. Dentro de este periodo, todo detector de habla puede reconocer la voz y activar el sistema.

b) *Señal de seudoruido (PN, pseudo-noise signal)*

La señal de prueba propiamente dicha es una señal PN, introducida después del sonido de voz artificial. Esta señal puede considerarse como una señal de ruido. La magnitud de la señal resultante de la transformada de Fourier es constante en el dominio de frecuencia, mientras que su fase cambia. Generalmente, para la medición de aparatos telefónicos manos libres sólo reviste importancia la magnitud de la función de transferencia. Puede determinarse también la fase, pero no es tan importante.

La señal puede producirse de la siguiente manera:

En primer lugar, se produce un espectro complejo en el dominio de frecuencia, que obedece a la siguiente ecuación:

$$\begin{cases} S(k) = W(k) e^{j i_k \pi} & ; i_k \in \{0, 1\}, \text{ aleatorio}, 0 \leq k \leq \frac{M}{2} \\ S(M-k) = S^*(k) & ; 0 \leq k \leq \frac{M}{2} \end{cases}$$

$S(0)$ y $S\left(\frac{M}{2}\right)$ tienen que ser números reales.

El índice M se ajusta al tamaño FFT (transformada rápida de Fourier) elegido (por ejemplo, 2048 puntos). La ecuación muestra que la magnitud del espectro complejo producido es constante en todas las frecuencias si el valor elegido de $W(k)$ es 1 para todas ellas, mientras que la fase puede ser $+\pi$ o $-\pi$ para cada frecuencia de una secuencia aleatoria. Sin embargo, para producir una ponderación diferente en el dominio de frecuencia, $W(k)$ puede ser ajustado fácilmente con el fin de producir distintos espectros durante la secuencia PN. Ese espectro se transforma seguidamente al dominio del tiempo mediante la transformada inversa de Fourier, obteniéndose la siguiente señal:

$$s(n) = \frac{1}{M} \sum_{k=-\frac{M}{2}}^{\frac{M}{2}-1} W(k) e^{j i_k \pi} e^{j 2\pi n k / M} ; -\frac{M}{2} \leq n \leq \frac{M}{2} - 1$$

Por consiguiente, se produce una señal limitada en el tiempo (de acuerdo con la longitud elegida de la transformada de Fourier) y correctamente ajustada al tamaño FFT elegido. Si se quiere una secuencia temporal más larga, la señal puede repetirse por ciclos. Ese método permite secuencias temporales de cualquier longitud.

La duración de esa señal de prueba puede ser de unos 200 ms, mediante la adecuada elección de M y de la velocidad de muestreo.

c) *Pausa*

La pausa tiene dos objetivos. A fin de poner los sistemas con funciones de transferencia variantes con respecto al tiempo en un estado inicial definido es necesaria una pausa inicial antes de aplicar una señal de medida. Para ello, la pausa debe ser lo más larga posible (> 1s). Sin embargo, si se desea poner el sistema en un estado constantemente activado (habla constante), las pausas intermedias deben ser más cortas (aproximadamente 100 ms) para producir una modulación en amplitudes conveniente a la señal fuente compuesta.

Para la medición se requiere un sistema capaz de extraer los componentes de la señal de medición efectiva de la señal compuesta, es decir, la señal PN descrita anteriormente. La función de transferencia del sistema medido puede determinarse de forma relativamente simple mediante la FFT. La función de transferencia del objeto estudiado viene dada por la razón entre el espectro de densidad de potencia de la señal de salida y el espectro de densidad de potencia de la señal de entrada, es decir:

$$H(k) = 20 \log \frac{|F\{S_o(n)\}|}{|F\{S_i(n)\}|}$$

Si la medición se lleva a cabo con el equipo de prueba descrito anteriormente y si los niveles de la señal de prueba se eligen de acuerdo con las Recomendaciones, esta medición es compatible con todas las mediciones efectuadas con arreglo a las Recomendaciones existentes para los LTI. Para determinar el nivel a corto plazo debe utilizarse únicamente la señal de medición efectiva, es decir, la señal PN; para las mediciones a largo plazo se requiere el nivel a largo plazo del CSS entero.

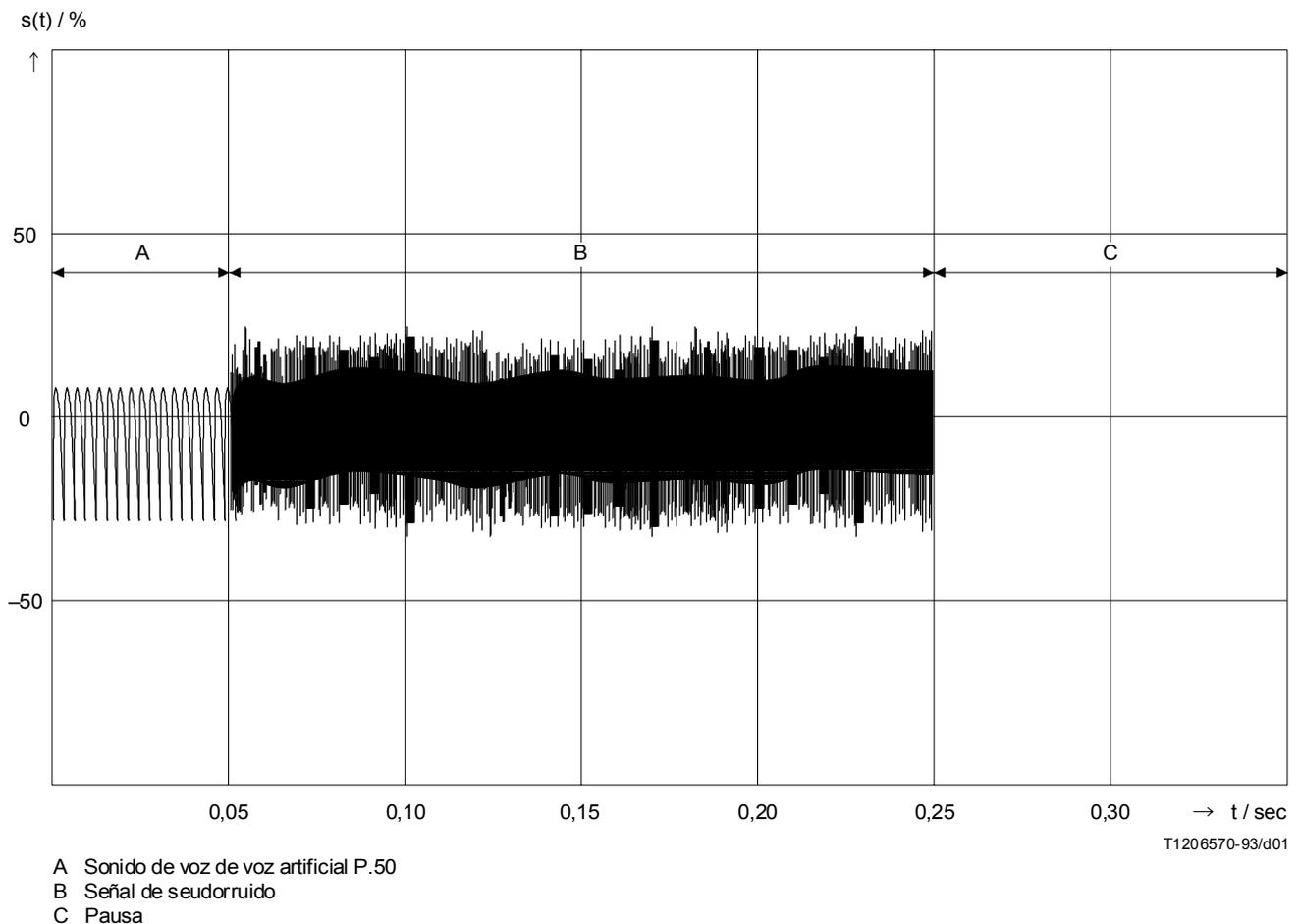


FIGURA 1
Señal fuente compuesta

4 Otras posibilidades de la señal fuente compuesta

En vez de la señal PN descrita anteriormente, se pueden usar también señales de otras formas en la señal fuente compuesta. Por ejemplo, para medir distorsión se necesita una señal diferente, y puede utilizarse con tal fin una señal sinusoidal pura en lugar de una señal PN. Esa medición será compatible con las Recomendaciones del CCITT si los resultados de la medición se calculan a base de la parte de la señal que reemplaza la secuencia PN. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los teléfonos manos libres pueden detectar una señal pura como una oscilación de cebado, en cuyo caso interrumpirán del sistema. Ello puede determinarse, por ejemplo, observando la señal en el dominio del tiempo. Para efectuar esta medición debe utilizarse una señal de prueba diferente, por ejemplo, ruido de banda estrecha.

En las referencias que figuran a continuación se informa ya de diferentes aplicaciones de la señal fuente compuesta. Los estudios futuros mostrarán más posibilidades de utilización de señales fuente compuestas.

Referencias

- [1] SCHRÖDER (M. R.): Synthesis of Low Peak Factor Signals and Binary Sequences with low Autocorrelation, *IEEE Transactions on Information Theory*, IT-6, pp. 85-89, 1970.
- [2] Measurement of the Transfer Functions of Hands-free Telephones, ETSI TE4, Oslo, TD No. 49, 1990.
- [3] CCITT COM XII-67, Measurement of the Transfer Functions of Hands-free Telephones, Comparison Between Results Measured with Artificial Voice and a Composite Source Signal, (FRG), agosto de 1990.
- [4] CCITT COM XII-68, Measurement of Time Constants on Hands-free Telephones in Single-talk and Double-talk Operation, (FRG), agosto de 1990.
- [5] CCITT COM XII-D.74, Use of the Composite Source Signal, (FRG), agosto de 1990.
- [6] GIERLICH (H. W.): A Measurement Technique to Determine the Transfer Characteristics of Hands-free Telephones, *Signal Processing*, Vol. 26, No. 2, 1992.
- [7] CCITT COM XII-D.109, Uses of the Composite Source Signal: Results of Comparison Measurements in Different Test Laboratories, (FRG), septiembre de 1991.
- [8] CCITT COM XII-D.113, Comments on test signals and signal processing for non LTI (linear time-invariant) measuring objects, *Brüel & Kjaer*, septiembre de 1991.
- [9] HEYSER (R. C.): Acoustical measurements by Time Delay Spectrometry, *JAES*, Vol. 15, 1967.
- [10] STEENEKEN (H. J. M.) y HOUTGAST (T.): A physical method for measuring speech transmission quality, *JASA*, Vol. 67, p. 318, 1980.
- [11] Sound system equipment: the objective rating of speech intelligibility in auditoria by the RASTI method, primera edición, *International Electrotechnical Committee*, Ginebra, IEC-268-16 (1988).

