



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

V.16

**COMUNICACIÓN DE DATOS
POR LA RED TELEFÓNICA**

**MÓDEMS PARA LA TRANSMISIÓN DE
DATOS MÉDICOS ANALÓGICOS**

Recomendación UIT-T V.16

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T V.16 se publicó en el fascículo VIII.1 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

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 1988, 1993

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.

Recomendación V.16

MÓDEMS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS MÉDICOS ANALÓGICOS

(Ginebra, 1976)

El CCITT,

considerando

a) que algunos centros de diagnóstico especiales facilitan a médicos privados y a hospitales distantes un servicio de interpretación automática por computador de electrocardiogramas (ECG), para lo cual se necesita equipo de transmisión apropiado;

b) que este servicio podría realizarse convenientemente mediante un sistema especial de recopilación de datos utilizando estaciones distantes sencillas y una unidad central de calidad elevada;

c) que para estas aplicaciones se necesitan medios de transmisión especialmente adecuados y compatibles, que no perturben a otros servicios telefónicos;

d) que, en principio, son posibles tanto la transmisión analógica como la transmisión en forma, numérica de datos analógicos (por ejemplo, registros de ECG);

e) que, sin embargo, en la mayoría de los casos, la transmisión en línea puede realizarse de manera más fácil y económica mediante métodos de transmisión analógicos;

f) que, en la práctica, la transmisión analógica ofrece generalmente una calidad suficiente;

g) que, en casos de emergencia o de supervisión de marcapasos cardíacos implantados, pueden ser de gran ayuda para los pacientes, equipos muy simples, acoplados acústicamente,

recomienda por unanimidad:

1 Que se permita la transmisión analógica de datos médicos analógicos, por ejemplo, electrocardiogramas (ECG), por la red telefónica pública. Sin embargo, no puede darse por sentado que en cada conexión o ruta se obtendrá una transmisión fiable y lo suficientemente exenta de perturbaciones. En consecuencia, es necesario comprobar las conexiones consideradas antes de introducir definitivamente este servicio.

2 Este servicio requiere dos dispositivos de transmisión (módems) fundamentalmente diferentes:

1) equipo para la transmisión simultánea de tres señales de ECG por un canal telefónico entre una estación distante y una estación central, preferiblemente por conexión eléctrica directa al canal telefónico;

2) equipo, preferiblemente para uso en caso de emergencia y para la supervisión de marcapasos cardíacos implantados, para la transmisión simultánea de una sola señal ECG de una estación distante a una estación central, con acoplamiento acústico o conexión eléctrica a un canal telefónico.

La estación ECG generalmente consiste en un registrador de ECG compuesto de un amplificador separador, un dispositivo de entrada/salida de datos y el módem especificado en esta Recomendación (véase la figura 1/V.16).

La estación central generalmente comprende el módem central aquí especificado y el sistema de interpretación de electrocardiogramas (por ejemplo, un computador programado para la interpretación de ECG).

Esta Recomendación trata de los módems, de las características deseadas del canal de transmisión ECG, de los circuitos de enlace necesarios y del método para transmitir los datos numéricos asociados al ECG (por ejemplo, códigos de identificación del paciente, señales de control en ambos sentidos de transmisión y registro de interpretación).

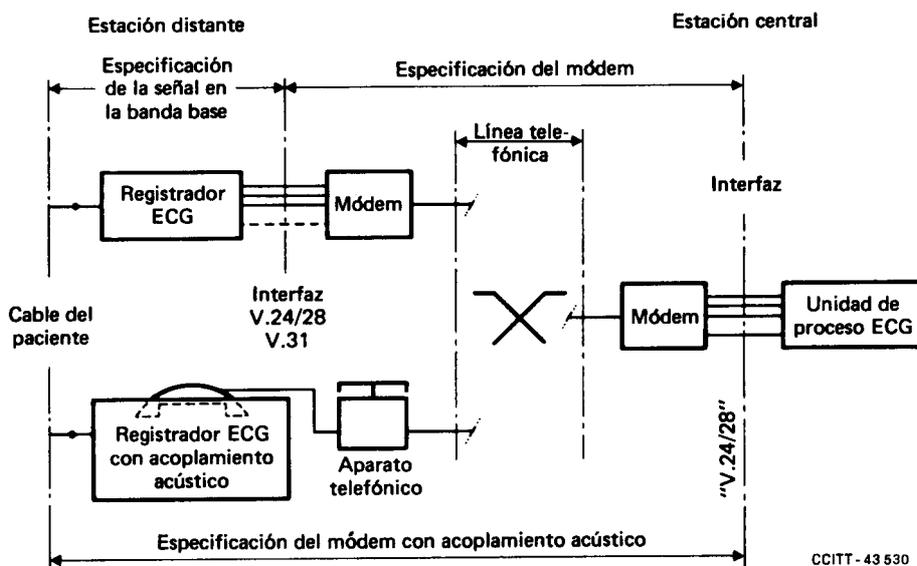


FIGURA 1/V.16
Ejemplo de transmisión analógica de datos médicos analógicos

3 Módems para la transmisión analógica simultánea de tres registros de ECG

3.1 Características fundamentales de los canales analógicos

El equipo especificado más abajo está destinado principalmente a funcionar con conexión eléctrica directa a líneas telefónicas

3.1.1 Señal en la banda base

Requisitos de la señal en la banda base a la entrada del módem:

- | | |
|--|--|
| – número de registros ECG transmitidos simultáneamente | 3 |
| – respuesta en función de la frecuencia del amplificador separador | uniforme |
| – relación señal/ruido para señales rectangulares 10 Hz, ± 1 V | ≥ 50 dB
(no ponderada) |
| – límite de la gama dinámica (véase la observación 1) | $\pm 2,5$ V |
| – desviación en la linealidad de un canal ECG con relación a la gama dinámica y a la linealidad óptima | 1% |
| – distorsión por retardo de grupo admisible de la señal a la entrada del modulador (incluido el filtro de canal en la banda base) | de 3 a 60 Hz
$\Delta\tau \leq 2$ ms, (fuera de esta gama, véase la figura 2/V.16) |
| – espectro: si se aplica el acoplamiento en corriente alterna, debe utilizarse una constante de tiempo de $\tau = 3,2$ segundos, que corresponde a la frecuencia de corte inferior de 0,5 Hz | |
| – preacentuación en la banda base (véase la observación 2) [entre el amplificador separador y el módem] | aumento de 6 dB/octava; frecuencia de corte: 15 Hz |

Observación 1 – Los instrumentos existentes (registradores de ECG, etc.) han sido concebidos para una gama dinámica de $\pm 2,5$ V. No obstante, si la Comisión Electrotécnica Internacional especifica como límite de la gama dinámica ± 1 V, o $\pm 1,25$ V, deberá adoptarse este valor. En dicho caso deberá ajustarse consecuentemente la pendiente de la característica del modulador (véase el § 3.1.2).

Observación 2 – Este valor deberá ser objeto de nuevo estudio si más tarde se utilizan compansores (compresores–expansores) de amplitud para mejorar la relación señal/ruido.

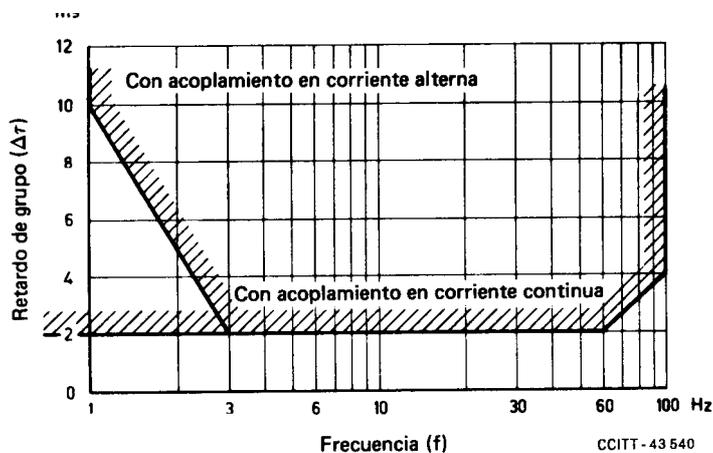


FIGURA 2/V.16
Distorsión por retardo de grupo admisible en la banda base

3.1.2 Características del equipo de transmisión (módems)

El módem debe poder transmitir señales en banda base con una anchura de banda de hasta 100 Hz, aproximadamente. El equipo de transmisión (módems) no debe degradar la calidad de la señal en banda base especificada en el § 3.1.1 más del 10%. El valor exacto de la degradación admisible deberá ser objeto de ulterior estudio.

Como el canal central del equipo de transmisión se utilizará en el futuro para la transmisión numérica de datos numéricos asociados al ECG y otros datos biológicos, dicho canal deberá poder transmitir componentes en corriente continua. Esto es aplicable también a los demás canales.

- *señales de línea* para la transmisión de las señales de ECG: como se especifica en el § 3.1.1
- método de modulación: modulación de frecuencia
- Frecuencias subportadoras f_n y niveles de transmisión máximos asociados p_n
 - $f_1 = 950 \text{ Hz} \pm 6 \text{ Hz}$ $p_1 = 7 \text{ dB}$ inferior al nivel p_0
 - $f_2 = 1400 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$ (véase la observación 1) $p_2 = 5 \text{ dB}$ resultante especificado
 - $f_3 = 2100 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$ $p_3 = 3 \text{ dB}$ en la Recomendación V.2
- nivel máximo resultante: p_0 según lo especificado en la Recomendación V/2
- es obligatoria la transmisión simultánea de las tres subportadoras, si se utilizan las subportadoras f_1 y/o f_3
- desviación de frecuencia máxima por canal en el caso de funcionamiento lineal: $\Delta f = \pm 100 \text{ Hz}$
- pendiente de la característica del modulador (sensibilidad a la desviación de la subportadora): 40 Hz/V (véase la observación 2)
- una señal positiva debe producir un aumento de la frecuencia subportadora
- anchura de banda de un canal MF (entre puntos de 3 dB): $\leq 350 \text{ Hz}$
- nivel resultante aceptado por el receptor (umbral superior): de -6 dBm a -43 dBm
- umbral inferior: -46 dBm

Observación 1 – Se ha elegido esta frecuencia a fin de tener en cuenta las siguientes condiciones límite:

- a) el mejor desacoplo posible entre los tres canales ECG. La distorsión no lineal puede producir un pequeño grado de diafonía;
- b) conviene emplear en la medida de lo posible las frecuencias subportadoras normalizadas por el CCITT (2100 Hz y 1400 Hz);
- c) no deben producirse interferencias a los actuales sistemas de señalización del CCITT por simulación de señales de conmutación.

Algunos de los sistemas de transmisión de ECG existentes utilizan las frecuencias subportadoras $f_1 = 1075 \text{ Hz}$, $f_2 = 1935 \text{ Hz}$, $f_3 = 2365 \text{ Hz}$. Como los ECG producen una modulación relativamente lenta, las subportadoras moduladas f_2 y f_3 pueden dar lugar a señales similares a las de los sistemas de señalización N.^{os} 2 y 4 del CCITT. Esto causaría interferencias al servicio telefónico ordinario. Cuando no sea de esperar esta clase de interferencias, debe permitirse el uso de las frecuencias portadoras consideradas, durante una etapa de transición que comprenda dos periodos de estudios del CCITT. A partir de ese momento sólo deberán utilizarse las frecuencias mencionadas (950 Hz, 1400 Hz y 2100 Hz), en interés de la compatibilidad mutua de los sistemas de transmisión de ECG de diferentes fabricantes.

Observación 2 – En lugar de este valor deben utilizarse 100 Hz/V, u 80 Hz/V, si se aplica la gama dinámica de tensión de $\pm 1 \text{ V}$ o $\pm 1,25 \text{ V}$ (véase el § 3.1.1).

3.2 Transmisión de datos digitales hacia adelante, de la estación distante a la estación central

Para la transmisión de datos digitales asociados a ECG debe utilizarse el canal analógico central con una frecuencia subportadora f_2 de 1400 Hz. Las características de este canal son las siguientes:

- frecuencia central $f_2 = 1400$ Hz (véase la observación)
- símbolo 1 (reposo): $f_z = f_2 - 80$ Hz
- símbolo 0 (trabajo): $f_a = f_2 + 80$ Hz
- codificación: Alfabeto Internacional N.º 5 según las Recomendaciones V.3 y V.4, con transmisión arrítmica
- velocidad de modulación nominal: 100 baudios
- nivel de potencia: $p_2 \leq -11$ dBm

Observación – Además del mencionado sistema de señalización, se utilizan también los siguientes sistemas para la transmisión de datos digitales hacia adelante:

- a) código de tres niveles derivado de las frecuencias $f_{1,2,3}$ Y $f_{1,2,3} \pm 100$ Hz aproximadamente;
- b) código de serie con $f_1 = 1075$ Hz ± 40 Hz y modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF);
- c) señalización con frecuencias de aparatos telefónicos de teclado, como se especifica en la Recomendación Q.23 [1].

Debe permitirse que sigan utilizándose estas variantes durante una etapa de transición de dos periodos de estudios. Después, y a fin de lograr la compatibilidad mutua de los instrumentos desde el punto de vista técnico, sólo se permitirá la versión recomendada más arriba. Esto se aplicará también a los futuros desarrollos.

3.3 Transmisión digital hacia atrás, de la estación central a la estación distante

A fin de poder transmitir en retorno resultados de interpretación, señales de control, etc., debe preverse un canal digital de retorno con los siguientes parámetros:

- modulación de frecuencia; se emplearán las frecuencias siguientes:
 - símbolo 1 (reposo): $f_z = 390$ Hz (véase la observación)
 - símbolo 0 (trabajo): $f_a = 570$ Hz
- velocidad de modulación nominal: 200 baudios
- codificación: Alfabeto Internacional N.º 5, según las Recomendaciones V.3 y V.4, con transmisión arrítmica
- nivel de transmisión: el especificado en la Recomendación V.2
- estado de reposo: símbolo 1 (reposo), 390 Hz
- nivel aceptado por el receptor: de -6 dBm a -40 dBm
- umbral inferior: -46 dBm.

Observación – $f_z = 390$ Hz está de acuerdo con la Recomendación V.23. Para la señalización a una sola frecuencia, $f = 389$ Hz (norma EIA para señalización por tono) debe permitirse durante una etapa de transición de dos periodos de estudios. Más tarde deberá aplicarse la norma CCITT anterior.

3.4 Señal de calibración

Al principio de un ECG, el registrador de ECG puede transmitir una señal de calibración normalizada. Mediante la transmisión de la combinación ENQ (0/5) del Alfabeto Internacional N.º 5 a la estación distante (registrador de ECG), la estación central transmitirá y repetirá esta señal de calibración cada vez que sea necesario.

3.5 Control de calidad

Para supervisar la calidad de transmisión y eliminar las partes del ECG transmitido que contengan impulsos perturbadores, deben preverse medidas apropiadas de supervisión en el módem central. Si una parte del ECG transmitido está perturbada, la unidad central debe enviar la señal DEL a la estación distante.

Se recomienda provisionalmente como umbral una relación señal/ruido de 40 dB en el canal ECG en la banda base. El valor exacto deberá ser objeto de ulterior estudio.

3.6 Circuitos de enlace

Los siguientes circuitos de enlace son facultativos. Sin embargo, si se requieren circuitos de enlace, deberán preverse los siguientes:

3.6.1 Circuitos de enlace entre el sistema de registro y el módem de la estación distante

Si se necesitan circuitos de enlace entre el registrador y el módem, sus funciones deberán ajustarse a la Recomendación V.24, y sus valores eléctricos a las Recomendaciones V.28, o V.31, salvo en el caso de circuitos para señales analógicas.

3.6.2 Circuitos de enlace entre el módem central y el sistema de interpretación

Si estos circuitos de enlace son necesarios, deberán ajustarse también a las Recomendaciones V.24 y V.28.

La elección de los circuitos de enlace necesarios deberá ser objeto de estudios más detenidos.

3.7 Procedimientos

Deberán estudiarse también más a fondo los procedimientos necesarios en lo tocante a compatibilidad mutua, neutralización de los supresores de eco, tonos de respuesta, etc.

Observación – En la figura 3/V.16 se incluye la disposición de las frecuencias de las subportadoras y de los canales digitales asociados.

4 Módem para la transmisión analógica simultánea de un registro de ECG

4.1 Consideraciones generales

Esta especificación permite diseñar equipo de un solo canal para acoplamiento directo galvánico, o acústico, compatible con el canal central del equipo de transmisión de tres canales, descrito en el § 3.

4.2 La señal en la banda base para la transmisión de la estación distante a la unidad central es la especificada en el § 3.1.1, pero con las siguientes modificaciones a los parámetros de las señales de línea:

- frecuencia: $f_2 = 1400$ Hz;
- nivel de potencia: $p_2 \leq -6$ dBm.

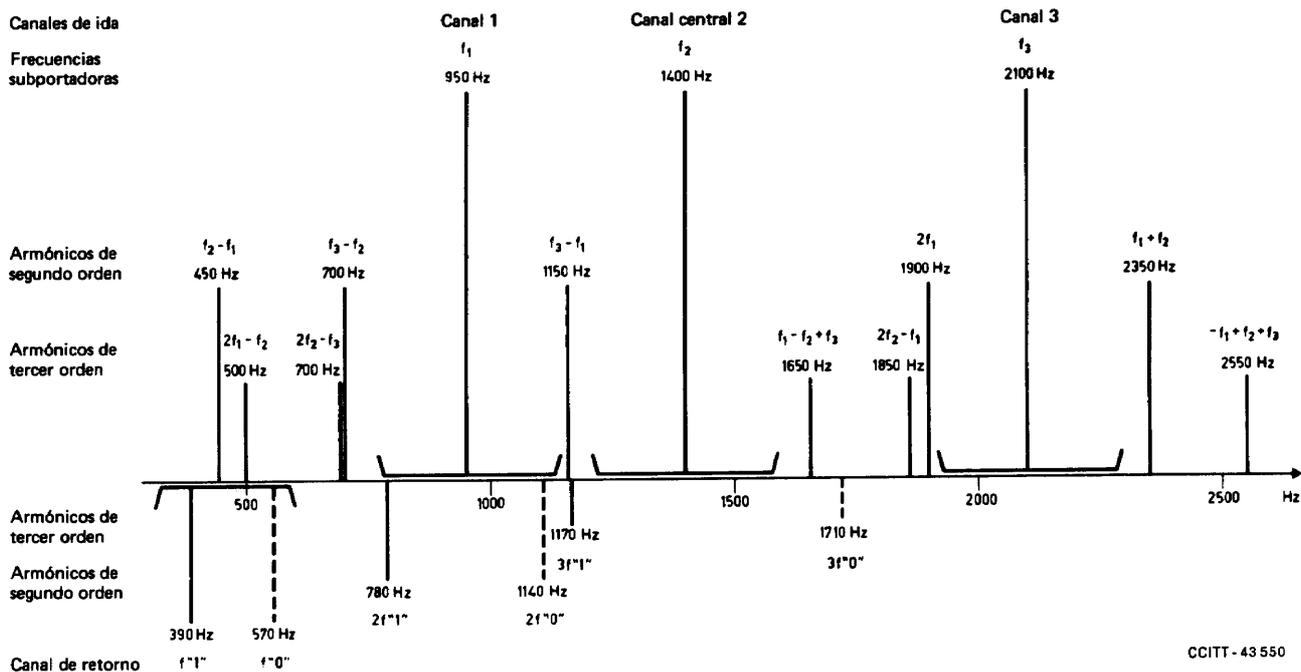


FIGURA 3/V.16
Disposición de las frecuencias de las subportadoras y de los canales digitales asociados

En el caso de acoplamiento acústico, no debe rebasarse el mencionado nivel de potencia a la salida del aparato telefónico. La gama dinámica puede ampliarse a ± 5 mV. En este caso, es necesario el funcionamiento lineal hasta $\pm 2,5$ mV. La pendiente de la característica del modulador debe ser de 40 Hz/mV para funcionamiento lineal. Estos parámetros están referidos al cable del paciente.

4.3 Transmisión digital hacia adelante

Debido al limitado número de aplicaciones posibles, el uso del canal digital para la transmisión hacia adelante debe ser facultativo. Si se ha previsto, deberá ajustarse al método de transmisión digital descrito en el § 3.2.

4.4 Transmisión digital hacia atrás

El uso del canal de retorno digital debe ser facultativo. Si se ha previsto un canal de retorno digital deberá ajustarse al § 3.3. En otro caso, deberá enviarse el tono de respuesta (389 Hz).

4.5 Módem central de un solo canal

De ser necesario, puede diseñarse también un módem central de un solo canal, para el acoplamiento galvánico directo con la línea telefónica, con los parámetros del canal central. La desviación de frecuencia máxima puede ampliarse a 200 Hz. En este caso, todos los medios para la transmisión de datos digitales asociados a electrocardiogramas son facultativos. De estar previstos, se ajustarán al método de transmisión digital descrito en los § 3.2 y 3.3.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características técnicas de los aparatos telefónicos de teclado*, Rec. Q.23.