

RECOMENDACIÓN UIT-R F.751-2

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN Y REQUISITOS DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELÉCTRICOS PARA LAS REDES BASADAS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

(Cuestión UIT-R 160/9)

(1992-1994-1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las Recomendaciones UIT-T G.707, UIT-T G.708 y UIT-T G.709 especifican las velocidades binarias, la estructura de multiplexación y las relaciones de correspondencia detalladas asociadas con la jerarquía digital síncrona;
- b) que las Recomendaciones UIT-T G.781, UIT-T G.782 y UIT-T G.783 especifican las características generales y las funciones del equipo de multiplexación síncrono y que la Recomendación UIT-T G.784 especifica la gestión del equipo y las redes de jerarquía digital síncrona;
- c) que las Recomendaciones UIT-T G.703 y UIT-T G.957 especifican los parámetros físicos de las interfaces eléctricas y ópticas del equipo de jerarquía digital síncrona;
- d) que la Recomendación UIT-R F.750 especifica las arquitecturas y los aspectos funcionales de los sistemas de relevadores radioeléctricos digitales (DRRS – digital radio-relay systems) de la jerarquía digital síncrona;
- e) que quizás se precisen características de transmisión específicas en los sistemas de relevadores radioeléctricos para el transporte de las velocidades binarias de jerarquía digital síncrona, que satisfagan los requisitos de calidad de funcionamiento y de utilización eficaz del espectro;
- f) que en los planes de disposición de radiocanales actuales han de coexistir (SDH-DRRS) con los sistemas radioeléctricos existentes,

recomienda

- 1 que los sistemas SDH-DRRS cumplan los requisitos descritos en el Anexo 1.

ANEXO 1

1 Introducción**1.1 Contenido**

El Anexo 1 define las características de transmisión y los requisitos de calidad de funcionamiento de los sistemas SDH-DRRS.

2 Aplicaciones de los sistemas de relevadores radioeléctricos digitales para jerarquía digital síncrona (SDH-DRRS)**2.1 Interfaces de red**

La conexión entre las redes de jerarquía digital síncrona y radioeléctricas tendrá lugar en puntos de interfaz normalizados. La conexión preferida consiste en la coincidencia de los puntos TT' (de la Recomendación UIT-R F.596) con los puntos de interfaz de nodo de red identificados en la Recomendación UIT-T G.708.

2.2 Capacidad de transporte

2.2.1 Sistemas SDH-DRRS de alta capacidad

Los sistemas SDH-DRRS de las redes de gran longitud o fundamentales funcionan normalmente a la velocidad de transmisión STM-1, $n \times$ STM-1 o STM- n . Por lo general funcionan en las bandas de frecuencias inferiores (2-12 GHz).

Los sistemas SDH-DRRS de alta capacidad de las redes de corto alcance o de acceso funcionan a la velocidad de transmisión STM-1 o $n \times$ STM-1. Por lo general funcionan en bandas de frecuencias superiores a 12 GHz.

2.2.2 Sistemas SDH-DRRS de capacidad media

En algunas circunstancias, cuando los requisitos de tráfico son menores que los de una señal STM-1 y conviene utilizar lo más eficazmente posible la anchura de banda radioeléctrica de que se dispone, puede ser ventajoso emplear sistemas de relevadores radioeléctricos con una velocidad de transmisión STM-RR y una carga útil de tráfico de VC-3 (véase el § 6 del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R F.750).

2.2.3 Sistemas SDH-DRRS de baja capacidad

Están en estudio sistemas SDH-DRRS con una capacidad de transporte de carga útil inferior a la de VC-3, por ejemplo, $n \times$ VC-12.

3 Disposiciones de radiocanales y compatibilidad con los sistemas existentes

3.1 Sistemas SDH-DRRS de alta capacidad

Los sistemas SDH-DRRS deberán ser compatibles con las disposiciones de radiocanales existentes (véase la Recomendación UIT-R F.746). De esta manera, las administraciones podrán introducir nuevos sistemas digitales síncronos sin provocar perturbaciones importantes en las redes radioeléctricas existentes que empleen sistemas analógicos y/o digitales plesiócronicos. Éstos se basan, por lo general, en sistemas analógicos y digitales que funcionan con velocidades binarias de hasta 140 Mbit/s. La transmisión de señales a 155 Mbit/s dentro de estas disposiciones de radiocanales requiere una mayor eficacia de utilización del espectro (bits/Hz) por parte del equipo radioeléctrico, lo que puede influir en la elección del método de modulación y en el diseño de los circuitos con filtros.

En el Cuadro 1 se dan ejemplos de posibles disposiciones que permiten la transmisión a la velocidad STM-1 básica y a velocidades múltiplo de la STM-1 dentro de los planes de radiocanales existentes.

CUADRO 1

Ejemplos de posibles disposiciones que permiten la transmisión a la velocidad STM-1 básica y a velocidades múltiplo de la STM-1 con las separaciones de radiocanales existentes

Separación de radiocanales (MHz)	Capacidad	Ejemplos de método de modulación ^{(1), (2)}
20	1 \times STM-1	MAQ-256, MAQ-512
28, 29, 29,65, 30	1 \times STM-1	MAQ-64, MAQ-128, MAQ-256
28, 29, 29,65, 30	2 \times STM-1	MAQ-128 (CC), MAQ-256 (CC)
40	1 \times STM-1	MAQ-32, MAQ-64
40	2 \times STM-1	MAQ-32 (CC), MAQ-64 (CC), MAQ-512
55, 56, 60	1 \times STM-1	MAQ-16, MAQ-32
55, 56, 60	2 \times STM-1	MAQ-16 (CC), MAQ-32 (CC), MAQ-64 (CC), MAQ-256
80	2 \times STM-1	MAQ-64
80	4 \times STM-1, 1 \times STM-4	MAQ-64 (CC)
110, 112	1 \times STM-1	MDP-4 (MAQ-4)
110, 112	2 \times STM-1	MAQ-16, MAQ-32
110, 112	4 \times STM-1, 1 \times STM-4	MAQ-16 (CC), MAQ-32 (CC)
220	4 \times STM-1, 1 \times STM-4	MAQ-16, MAQ-32

(1) El término MAQ incluye también las técnicas de corrección de errores directa o modulación codificada (como la TCM).

(2) En este Cuadro la abreviatura CC indica «reutilización de la banda en el modo cocanal».

3.2 Sistemas SDH-DRRS de capacidad media

En el Cuadro 2 se dan ejemplos de posibles disposiciones que permiten utilizar velocidades de transmisión STM-RR en los planes de radiocanales existentes.

CUADRO 2

Ejemplos de posibles disposiciones que permiten utilizar velocidades de transmisión STM-RR con las separaciones de radiocanales existentes

Separación de radiocanales (MHz)	Capacidad	Ejemplos de método de modulación ⁽¹⁾
10	1 × STM-RR	MAQ-64, MAQ-128
14	1 × STM-RR	MAQ-16, MAQ-32
20	2 × STM-RR	MAQ-64, MAQ-128
27,5, 28	1 × STM-RR	MAQ-4, MAQ-16
30	1 × STM-RR	QPR-9, MAQ-16
40	1 × STM-RR	MPD-4

⁽¹⁾ El término MAQ incluye también las técnicas de corrección de errores directa o modulación codificada (como la TCM).

4 Funciones específicas de los medios

Los sistemas de relevadores radioeléctricos pueden necesitar una capacidad de transmisión entre interfaces de nodo de red para la realización de una serie de funciones radioeléctricas específicas (funciones específicas de los medios).

En la actualidad están identificadas las siguientes funciones:

a) *Activación del conmutador de protección radioeléctrica de alerta anticipada*

Puede obtenerse un método eficaz de activación de la «conmutación de alerta anticipada» del equipo de conmutación de protección radioeléctrica durante los fenómenos de propagación adversos a partir de la detección rápida de errores (si existe) en cada uno de los saltos. Esto es esencial para conseguir una conmutación «libre de errores».

b) *Control automático de la potencia del transmisor (ATPC)*

El ATPC puede resultar ventajoso para reducir la interferencia nodal entre sistemas de relevadores radioeléctricos. Además, puede utilizarse para mejorar la linealidad o aumentar la gama dinámica del equipo radioeléctrico de modulación multinivel. Se prevé que la aplicación de ATPC, llegado el caso, se hará salto por salto.

c) *Información y control de la conmutación de protección radioeléctrica*

Es posible que haya que acceder a la señal de control en los emplazamientos de equipo que contenga la funcionalidad de tara de sección múltiple (MSOH) o de tara de sección de regenerador (RSOH), según la realización física de la protección radioeléctrica (véase el § 3.4 del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R F.750).

d) *Supervisión de la propagación*

Esta señal de control se necesita para la recogida de datos sobre las condiciones de propagación que prevalecen en la ruta radioeléctrica.

e) *Tráfico lateral, funciones auxiliares de mantenimiento y supervisión*

Los sistemas de relevadores radioeléctricos ofrecen, en muchas aplicaciones, una diversidad de funciones auxiliares. Son ejemplos de tales funciones:

- tráfico lateral, hasta $n \times 1,5$ Mbit/s o $n \times 2$ Mbit/s;
- detección y corrección de errores en recepción;
- recogida de datos de propagación;

- canales auxiliares de datos a 64 kbit/s;
 - funciones auxiliares de mantenimiento, por ejemplo, alarma de estación;
 - canales temporales de datos/voz a efectos de mantenimiento.
- f) *Supervisión de extremo a extremo de la calidad de funcionamiento de las conexiones radioeléctricas compuestas de múltiples repetidores regenerativos de jerarquía digital síncrona sin terminación de sección múltiplex*

En esta aplicación puede ser útil retransmitir información de bloques con error del terminal radioeléctrico distante (evaluados en la paridad B2 entrante) que penetran en el sistema radioeléctrico desde el exterior, empleando bytes especializados. De este modo, el terminal en el extremo distante podrá proporcionar a la red de gestión de las telecomunicaciones la supervisión de calidad de funcionamiento de errores de extremo a extremo sin tratamiento adicional.

4.1 Técnicas para el transporte de las funciones específicas de los medios

Se dispone de varias técnicas para la provisión de las funciones indicadas más arriba. La elección de la técnica depende de la realización. A continuación se dan dos ejemplos.

4.1.1 Tara complementaria de la trama radioeléctrica (RFCOH)

Es posible que, en algunas aplicaciones, los sistemas de relevadores radioeléctricos necesiten una RFCOH para la realización de las funciones antes indicadas. La RFCOH se añade a la señal STM-1 y es accesible tanto en el terminal radioeléctrico como en los equipos repetidores.

4.1.2 Tara de sección (SOH)

Los sistemas de relevadores radioeléctricos utilizan, en algunas aplicaciones, los bytes de la SOH para realizar las funciones indicadas más arriba, mediante los bytes específicos de los medios que se mencionan en el § 4.2 del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R F.750, los bytes destinados a uso nacional y los bytes reservados para una futura normalización internacional. En este caso puede transportarse un tráfico lateral de hasta 2 Mbit/s. Sin embargo, cuando el UIT-T defina la función de los bytes reservados para una futura normalización internacional, los sistemas de relevadores radioeléctricos de jerarquía digital síncrona cumplirán la Recomendación UIT-T G.708.

5 Técnicas de transmisión

Los sistemas SDH-DRRS requerirán un filtrado más severo o un mayor número de niveles de modulación para conservar la capacidad precedente en el mismo radiocanal.

Se dispone de varias técnicas comprobadas, como las de corrección de errores, modulación codificada, sistemas de portadoras múltiples, ATPC, ecualización adaptativa, conmutación de protección sin saltos o sin errores, diversidad espacial y de frecuencia y compensación de la polarización cruzada, para contrarrestar diversas degradaciones, tales como el desvanecimiento dispersivo debido a la propagación por trayectos múltiples, la interferencia radioeléctrica, el ruido térmico, los errores de temporización, etc.

A continuación se exponen ciertos aspectos de los sistemas SDH-DRRS en relación con las técnicas de transmisión.

5.1 Corrección de errores

La capacidad de la SOH no es suficiente para los esquemas de corrección de errores que se utilizan actualmente. La corrección de errores puede, por ello, aumentar todavía más la velocidad binaria bruta del sistema radioeléctrico.

5.2 Aleatorización

La Recomendación UIT-T G.709 especifica la utilización de un aleatorizador síncrono de tramas de siete etapas en el nivel de la señal STM-*n*. En los sistemas radioeléctricos que emplean determinados métodos de modulación (por ejemplo, MAQ-64), considerados especialmente como sistemas de gran capacidad y distancia, un aleatorizador como éste no basta a efectos de la modulación y recuperación de la temporización y puede no ser adecuado para obtener una distribución espectral uniforme que permita la compatibilidad con los sistemas analógicos. Además, los aleatorizadores cortos pueden llevar a una calidad de funcionamiento que dependa de los datos. El diseño del sistema debe garantizar una aleatorización adecuada en el trayecto radioeléctrico.

6 Requisitos de calidad de funcionamiento

Los sistemas SDH-DRRS estarán integrados en redes gestionadas basadas en la jerarquía digital síncrona. Los requisitos de calidad de funcionamiento radioeléctrico que deben satisfacer los sistemas SDH-DRRS figuran en las Recomendaciones pertinentes del UIT-T y del UIT-R. Para lograr esa calidad de funcionamiento deben utilizarse equipos de alta calidad y observarse las directrices apropiadas en materia de concepción de las rutas. En este punto se indican los textos del UIT-T y del UIT-R aplicables para conseguir una integración satisfactoria de los sistemas radioeléctricos digitales de jerarquía digital síncrona en la red de jerarquía digital síncrona.

6.1 Característica de error

La Recomendación UIT-T G.821 especifica los requisitos de característica de error que deben satisfacerse en el nivel de 64 kbit/s. La Recomendación UIT-R F.594 da los objetivos de calidad de funcionamiento de los enlaces digitales de grado alto. En el caso de circuitos de grado medio y local, se hace referencia a las Recomendaciones UIT-R F.696 y UIT-R F.697.

Los requisitos aplicables a las redes de transporte de nivel primario a superior figuran en la Recomendación UIT-T G.826.

Los objetivos de característica de error de los sistemas SDH-DRRS deben estar de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826. Así se asegurará, además, que los sistemas SDH-DRRS satisfagan los requisitos de la Recomendación UIT-T G.821.

6.2 Temporización y sincronización

Los sistemas SDH-DRRS deben diseñarse para funcionar en una red sincronizada. En la Recomendación UIT-T G.782 figuran los principios generales y las directrices de aplicación para la sincronización del equipo de multiplexación de jerarquía digital síncrona. Las especificaciones de la temporización y sincronización diferidas figuran en la Recomendación UIT-T G.783.

Los sistemas SDH-DRRS pueden obtener la referencia de temporización de tres tipos de entradas:

- interfaz de sincronización externa conforme a la Recomendación UIT-T G.703;
- interfaz de señal de jerarquía digital plesiócrona conforme a la Recomendación UIT-T G.703 (transporta la sincronización de referencia);
- interfaz STM-*n*.

Puede disponerse de una o más entradas de referencia de temporización, según los tipos de SDH-DRRS. Los sistemas SDH-DRRS han de tener la posibilidad de conmutar automáticamente a otra referencia de temporización si se pierde la referencia de temporización seleccionada (véase la Recomendación UIT-T G.782).

6.3 Fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase

La fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase de la jerarquía digital síncrona están especificadas tanto en la interfaz STM-*n* como en la de la Recomendación UIT-T G.703, para controlar la acumulación de fluctuación de fase en los sistemas de jerarquía digital síncrona.

En la Recomendación UIT-T G.783 se dan las características de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase del equipo múltiplex basado en la jerarquía digital síncrona, y en la Recomendación UIT-T G.958 las de los sistemas de línea basados en la jerarquía digital síncrona.

6.4 Disponibilidad

En la Recomendación UIT-R F.557 figuran los objetivos de disponibilidad de los sistemas radioeléctricos digitales. En el caso de los circuitos de grado medio y local, los correspondientes objetivos figuran respectivamente en las Recomendaciones UIT-R F.696 y UIT-R F.697.
