

INFORME 1027-1

**MÉTODOS DE CODIFICACIÓN/DECODIFICACIÓN ADAPTATIVOS
PARA EQUIPO DE IMPRESIÓN DIRECTA DE BANDA ESTRECHA**

(Cuestión 5/8)

(1986-1990)

1. Introducción

Los equipos de impresión directa de banda estrecha que utilizan los modos ARQ y FEC (por ejemplo, los descritos en la Recomendación 476) se han utilizado ampliamente durante algunos años, y en general su rendimiento es altamente satisfactorio. En condiciones de tasa de errores nula, este tipo de equipo tiene una velocidad de modulación de 50 Bd a la entrada y a la salida de la línea, compatible con la red télex mundial. Cuando las condiciones se deterioran, el caudal efectivo (en el modo ARQ) disminuye hasta que en un punto dado el equipo vuelve al estado de espera de resultados de un ciclo ARQ excesivo.

En [CCIR, 1982-86a] sobre la base de análisis realizados en la URSS, se sugieren métodos de codificación/decodificación adaptativos para el modo ARQ, que pueden aumentar la velocidad de modulación de línea a 75 Bd en condiciones de tasa de errores nula.

2. Características técnicas de explotación de equipos de impresión directa de banda estrecha que utilizan el método de codificación/decodificación adaptativo en el modo ARQ

Existen dos métodos para la transmisión de información en el modo ARQ con conmutación automática de un método de codificación/decodificación al otro basados en un análisis continuo de la velocidad de transmisión de acuerdo con las secuencias de señales de control, a saber, ARQ3 y ARQ9, donde:

- ARQ3 es el método normal descrito en la Recomendación 476 o en la 625 en el cual cada bloque consiste en tres caracteres de información;
- ARQ9 es un método para la transmisión de información en bloques, que consiste en nueve caracteres, con los siguientes parámetros temporales:
 - duración del bloque: 660 ms;
 - pausa de transmisión: 240 ms;
 - ciclo de funcionamiento: 900 ms (Nota 1).

El algoritmo para la explotación del equipo de impresión directa estrecha con un método de codificación/decodificación adaptativo es el siguiente:

- 2.1 La puesta en fase y la reposición deben realizarse en el modo ARQ3.
- 2.2 La conmutación del modo ARQ3 al modo ARQ9 (y viceversa) puede hacerse automáticamente sobre la base de un análisis de secuencias de las señales de control CS1 y CS2 obtenidas en el canal de retorno, como se muestra en los ejemplos de las Figuras 1 y 2.
- 2.3 Una vez terminada la conmutación, se utilizan las señales de control adicionales indicadas en el Cuadro I.

Nota 1 - Para mantener una duración de ciclo que sea un múltiplo de la duración del ciclo en el modo ARQ3 (450 ms), hay que añadir otros tres bits (30 ms) a los 9 caracteres de 7 bits cada uno ($9 \times 70 \text{ ms} = 630 \text{ ms}$) y hay que utilizar la misma pausa de 240 ms como en el modo ARQ3. Estos tres bits pueden utilizarse, por ejemplo, para la numeración cíclica secuencial de bloques de 0 a 7 (para detectar pérdida o inserción de bloques como resultado de errores en la recepción de señales de control en el canal de retorno).

CUADRO I

Modo A	Señales transmitidas
Señal de control CS6	YBBYBBY
Señal de control CS7	BBYBBY

- 2.4 La estación que envía información (ISS) agrupa la información en el modo ARQ9 en bloques de 9 caracteres (9 elementos de 7 unidades).
- 2.5 El ISS envía un bloque de 660 ms ($9 \times 70 + 30$) cuando utiliza el método ARQ9, después de lo cual hay una pausa de transmisión de 240 ms.
- 2.6 La estación que recibe información (IRS) envía una señal con una duración de 70 ms, que consiste en elementos de 7 unidades, después de la cual hay una pausa de 830 ms en el modo ARQ9.
- 2.7 Al recibir la señal de control CS7 en respuesta a la combinación transmitida "αβααβααβ", la ISS conmuta al modo ARQ3 y transmite un bloque de 9 caracteres.
- 2.8 La ISS pide la repetición de una señal de control mutilada en el modo ARQ9 mediante la transmisión de un bloque de 9 señales RQ.
- 2.9 La IRS pide la repetición de un bloque mutilado transmitiendo la señal de control precedente, de acuerdo con las Recomendaciones 476 y 625.

2.10 Cambio del sentido de flujo de tráfico en el modo ARQ9

2.10.1 Si la ISS tiene que iniciar un cambio de sentido del tráfico, deben enviar la frecuencia de señales "↑", "+", "?". Si es necesario se añaden señales "ß" para completar el bloque.

2.10.2 Al recibir una secuencia de combinaciones "↑", "+", "?", la IRS envía la señal de control CS3 hasta que se recibe la secuencia de señales "ßαß".

Nota - La IRS debe pasar por alto la presencia de las señales de reposo "ß" entre los caracteres "+" y "?".

2.10.3 Si la IRS tiene que cambiar el sentido del flujo de tráfico, debe enviar la señal de control CS3 hasta que recibe la secuencia de señales "ßαß".

2.10.4 Al recibir la señal de control CS3, la ISS envía un bloque que consiste en la secuencia "ßαßßαßßαß".

2.11 La conmutación del modo ARQ3 al modo ARQ9 (y viceversa) es iniciada por la ISS.

2.12 Si en el modo ARQ3 en un intervalo de 128 señales de control hay por lo menos 103 secuencias de señales de control, la ISS envía la combinación "αßß" para conmutar al modo ARQ9.

2.13 Al recibir la combinación "αßß" en el modo ARQ3, la IRS envía la señal de control CS6 y conmuta el modo ARQ9.

2.14 Al recibir la señal de control de CS6 en respuesta a la combinación transmitida "αßß", la ISS conmuta el modo ARQ9 y envía un bloque de 9 caracteres.

2.15 Si en un intervalo de 64 señales de control y cuando la ISS está en el modo ARQ9, se registran menos de 34 secuencias de señales de control o 16 señales de control de bloques mutilados sucesivos, la ISS envía la combinación "αßααßααßα" para conmutar del modo ARQ9 al modo ARQ3.

2.16 Al recibir la combinación "αßα" en el modo ARQ9, la IRS envía la señal de control CS7 y conmuta al modo ARQ3.

2.17 Al recibir la frecuencia de caracteres "ßαß", la IRS cambia a ISS y envía:

- un bloque de información que consiste en 9 señales RQ si es la estación subordinada;
- una señal RQ si es la estación directora,

hasta que se recibe la señal de control CS1 ó CS2 o hasta la reposición.

2.18 Al recibir sólo una señal RQ en respuesta a un bloque transmitido que consiste en la secuencia "RαRβRαRβRαRβ", la ISS cambia a IRS y envía la señal de control CS1 ó CS2.

2.19 La entrada o la salida de información en los equipos telegráficos terminales de impresión directa de banda estrecha con el método de codificación/decodificación adaptativo debe efectuarse a una velocidad de transmisión no inferior a 75 bit/s (600 caracteres/min).

2.20 Los equipos de impresión directa de banda estrecha que utilizan el método de codificación/decodificación adaptativo deben conectarse a redes de 50 bit/s (400 caracteres/min) (por ejemplo, la red télex) por medio de memorias tampón en la entrada y salida de línea.

3. Resultados de las investigaciones

La efectividad del método de codificación/decodificación adaptativo en equipos de impresión directa de banda estrecha se evaluó en tres etapas.

3.1 El porcentaje de sesiones de comunicación durante las cuales pudiera utilizarse el modo ARQ9 se determinó sobre la base de material estadístico (véase el Informe 743) relativo a la investigación de canales en ondas decamétricas conformes a la Recomendación 626 efectuada durante el periodo 1976-1988. Los resultados calculados mostraron que el valor requerido era el 61%.

3.2 Entre enero de 1986 y febrero de 1987 se estudiaron comunicaciones barco/costera entre la estación costera de Leningrado y el barco "Komsoloslak" de la línea Leningrado-Cuba (véase también el Informe 1026) y se obtuvo un tren de secuencias de señales de control CS1 y CS2 utilizando equipos de impresión directa de banda estrecha conformes a la especificaciones de la Recomendación 476. Al utilizar este tren de datos, se supuso que se había empleado el método de codificación/decodificación adaptativo (ARQ3, ARQ9) en el equipo y se evaluó la efectividad de este sistema ficticio. Se consideró que, por lo menos, cuando el sistema conmutaba del modo ARQ3 al modo ARQ9 se observaron 103 secuencias de señales de control en un intervalo de 128 ciclos transmitidos (de 450 ms cada uno), y que cuando se conmutaba del modo ARQ9 al modo ARQ3 se observaron no más de 34 secuencias de señales de control en un intervalo de 64 ciclos transmitidos (de 900 ms de cada uno). Por último, se evaluó la velocidad de transmisión de información en el modo ARQ3 en secciones donde era posible el funcionamiento con ARQ9, la velocidad de información en el modo ARQ9 en las mismas secciones y la velocidad de transmisión de información total en el modo adaptativo (ARQ3 y ARQ9).

Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados:

- número total de bloques registrados - 159424;
- velocidad de transmisión de información media en el modo ARQ3 en secciones donde era posible el funcionamiento en el modo ARQ9 - 43,4 bit/s (347 caracteres/min) y en el modo ARQ9 - 56,7 bit/s (454 caracteres/min);
- ganancia de velocidad de transmisión obtenida utilizando el modo ARQ9 - 21%;
- tiempo durante el cual fue posible el funcionamiento en el modo ARQ9 - 67% del tiempo de observación total.

3.3 Para probar la eficacia y evaluar la velocidad de transmisión de los equipos de impresión directa de banda estrecha en el modo adaptativo, se probó un modelo a escala de equipo de impresión directa de banda estrecha adaptativo en comunicaciones barco-costera entre la estación costera de Leningrado y el barco "Anatoly Vasilev" de la línea Leningrado-Cuba entre diciembre de 1987 y febrero de 1988. A pesar del pequeño tamaño de la muestra, los datos obtenidos durante la prueba del modelo que funciona en canales reales confirmaron las evaluaciones calculadas y las estadísticas de la eficacia del método adaptativo. De acuerdo con estas pruebas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- número total de caracteres transmitidos - 102799
- número de caracteres recibidos en el modo ARQ3 - 62402
- número de caracteres recibidos en el modo ARQ9 - 40397
- velocidad de transmisión de información media:
 - en el modo ARQ3 - 24,9 bit/s (199 caracteres/min);
 - en el modo ARQ9 - 53,7 bit/s (430 caracteres/min);
 - en el modo adaptativo - 31,6 bit/s (253 caracteres/min).

Ganancia de velocidad de transmisión - 21%.

4. Conclusiones

Estas investigaciones han mostrado que los equipos que utilizan la codificación/decodificación adaptativa pueden emplearse eficazmente en canales con una calidad de servicio comercial, que según las estadísticas puede ser el 60% y más del total. La velocidad de transmisión de información aumenta en un 20%, como término medio. Aunque en el modo ARQ-3 se mantiene la compatibilidad con los equipos existentes, conforme a lo dispuesto en las Recomendaciones 476 y 625, las ventajas del método de codificación adaptativo sólo pueden aprovecharse si ambas estaciones (esto es, la estación costera y la estación de barco) están equipadas para ese método adaptativo.

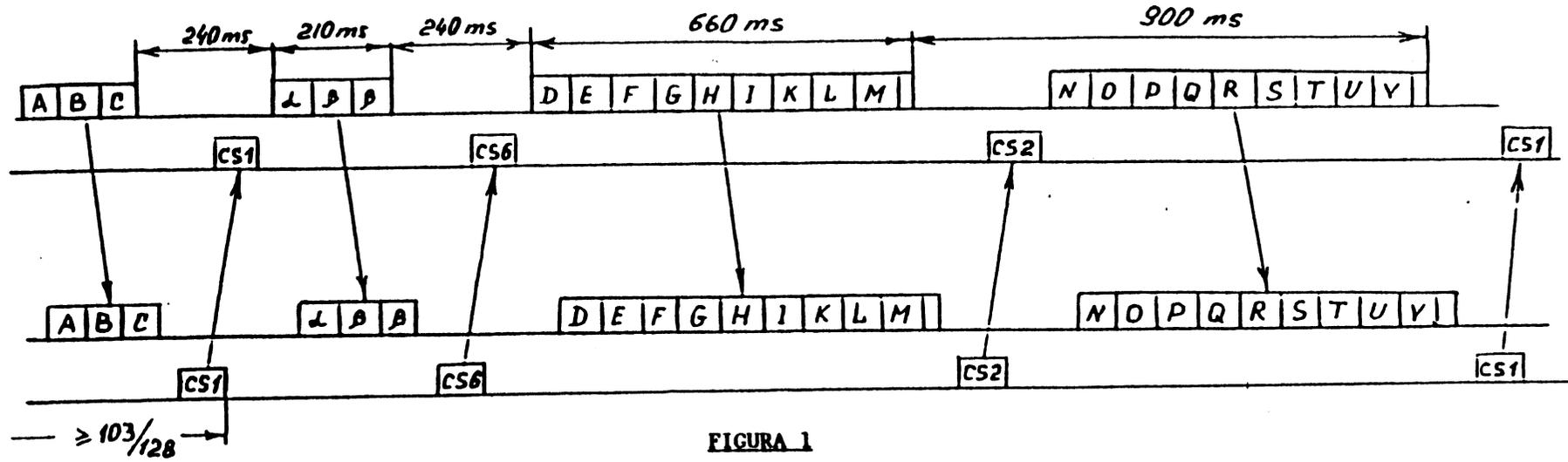


FIGURA 1

Ejemplo de conmutación del modo ARO3 al modo ARO9

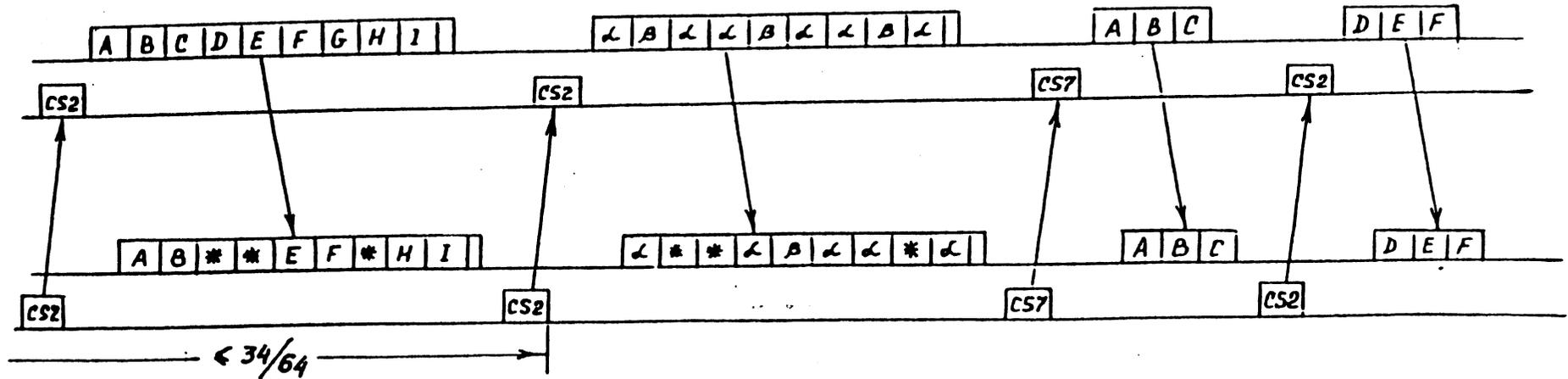


FIGURA 2

Ejemplo de conmutación del modo ARO9 al modo ARO3