

RAPPORT 1027-1

**MÉTHODES DE CODAGE/DÉCODAGE ADAPTATIF POUR
L'ÉQUIPEMENT D'IMPRESSION DIRECTE A BANDE ÉTROITE**

(Question 5/8)

(1986-1990)

1. Introduction

L'équipement d'impression directe à bande étroite utilisant les modes ARQ (correction d'erreur par détection et répétition) et CED (correction d'erreur sans voie de retour, comme indiqué, par exemple, dans la Recommandation 476) est largement utilisé depuis plusieurs années et fonctionne en général de manière extrêmement satisfaisante. Pour un taux d'erreur nul, ce type d'équipement a une rapidité de modulation de 50 Bd à l'entrée et à la sortie de la ligne, compatible avec le réseau télex international. Quand les conditions se dégradent, le débit effectif (dans le mode ARQ) diminue jusqu'à ce que, à un point donné, l'équipement revienne à l'état de réserve à la suite d'un cycle ARQ excessif.

Compte tenu de l'analyse effectuée en URSS [CCIR, 1982-86a], on suggère d'utiliser, pour le mode ARQ, des méthodes de codage/décodage adaptatif susceptibles de porter la rapidité de modulation de ligne à 75 Bd pour un taux d'erreur nul

2. Caractéristiques techniques et d'exploitation de l'équipement d'impression directe à bande étroite utilisant la méthode de codage/décodage adaptatif dans le mode ARQ

Pour la transmission de l'information en mode ARQ, on fait appel à deux méthodes à savoir les méthodes ARQ3 et ARQ9. L'équipement permet le passage automatique d'une méthode de codage/décodage à l'autre grâce à des séquences de signaux de commande obtenus à partir d'une analyse continue de la rapidité de transmission :

- ARQ3 est la méthode normale décrite dans les Recommandations 476 et/ou 625, dans laquelle chaque bloc est constitué de trois caractères d'information;
- ARQ9 est une méthode pour la transmission de l'information en blocs, constitués de neuf caractères, avec les caractéristiques temporelles suivantes:
 - durée d'un bloc: 660 ms;
 - pause de transmission: 240 ms;
 - cycle d'exploitation: 900 ms (Note 1).

L'algorithme pour l'exploitation de l'équipement d'impression directe à bande étroite avec une méthode de codage/décodage adaptatif est comme suit:

- 2.1 La mise en phase et la remise en phase doivent être effectuées dans le mode ARQ3.
- 2.2 Le passage du mode ARQ3 au mode ARQ9 (et vice versa) doit s'effectuer automatiquement sur la base d'une analyse des séquences des signaux de commande CS1 et CS2 obtenus sur la voie de retour, comme le montrent les exemples des Figures 1 et 2.
- 2.3 Lors de la commutation, les autres signaux de commande indiqués dans le Tableau I sont utilisés.

Note 1 - Pour maintenir une durée de cycle qui soit un multiple de la durée de cycle dans le mode ARQ3 (450 ms), trois bits supplémentaires (30 ms) doivent être ajoutés aux 9 caractères de 7 bits chacun ($9 \times 70 \text{ ms} = 630 \text{ ms}$) et il faut ménager la même pause (240 ms) que dans le mode ARQ3. Les trois bits supplémentaires peuvent être utilisés, par exemple, pour la numérotation cyclique séquentielle des blocs de 0 à 7 (pour déceler la perte ou l'insertion de blocs par suite d'erreurs dans la réception des signaux de commande sur la voie de retour).

TABLEAU I

Mode A	Signaux transmis
Signal de commande CS6	YBBYBBY
Signal de commande CS7	BBYBBY

- 2.4 La station émettrice d'informations (ISS) groupe l'information du mode ARQ9 en blocs de 9 caractères (9×7 éléments unitaires).
- 2.5 L'ISS envoie un bloc de 660 ($9 \times 70 + 30$) ms lorsqu'elle utilise la méthode ARQ9, après quoi intervient une pause de transmission de 240 ms.
- 2.6 La station réceptrice d'informations (IRS) envoie un signal d'une durée de 70 ms, constitué de 7 éléments unitaires, après quoi intervient une pause de 830 ms en mode ARQ9.
- 2.7 A la réception du signal de commande CS7 en réponse à la transmission de la combinaison "αβααβααβ" l'ISS passe au mode ARQ3 et transmet un bloc de 3 caractères.
- 2.8 Pour transmettre une demande de répétition d'un signal de commande mutilé en mode ARQ9, l'ISS envoie un bloc de 9 signaux RQ.
- 2.9 Pour transmettre une demande de répétition d'un bloc mutilé, l'IRS envoie le signal de commande précédent, conformément aux dispositions des Recommandations 476 et 625.

2.10 Changement du sens d'acheminement du trafic en mode ARQ9

2.10.1 Si l'ISS doit changer le sens d'acheminement du trafic, elle envoie la séquence de signaux "↑", "+", "?". Si nécessaire, des signaux "β" sont ajoutés pour compléter le bloc.

2.10.2 A la réception d'une séquence de combinaisons "↑", "+", "?", la IRS envoie le signal de commande CS3 jusqu'à réception de la séquence de signaux "βαβ".

Note - L'IRS ne doit pas tenir compte de la présence de signaux de repos "β" entre les caractères "+" et "?".

2.10.3 Si l'IRS doit changer le sens d'acheminement du trafic, elle envoie le signal de commande CS3 jusqu'à réception de la séquence de signaux "βαβ".

2.10.4 A la réception du signal de commande CS3, l'ISS envoie un bloc constitué de la séquence "βαββαββαβ".

2.11 Le passage du mode ARQ3 au mode ARQ9 (et vice versa) est laissé à l'initiative de l'ISS.

2.12 Si, en mode ARQ3, un intervalle de 128 signaux de commande contient au moins 103 séquences de signaux de commande, l'ISS envoie la combinaison "αββ" pour passer au mode ARQ9.

2.13 A la réception de la combinaison "αββ" en mode ARQ3, l'IRS envoie le signal de commande CS6 et passe au mode ARQ9.

2.14 A la réception du signal de commande CS6 en réponse à la transmission de la combinaison "αββ", l'ISS passe au mode ARQ9 et envoie un bloc de 9 caractères.

2.15 Si, dans un intervalle de 64 signaux de commande, et alors que l'ISS fonctionne en mode ARQ9, on enregistre moins de 34 séquences de signaux de commande ou 16 signaux de commande ou blocs successifs mutilés, l'ISS envoie la combinaison "αβααβααβα" pour passer du mode ARQ9 au mode ARQ3.

2.16 A la réception de la combinaison "αβα" en mode ARQ9, l'IRS envoie le signal de commande CS7 et passe au mode ARQ3.

2.17 A la réception de la séquence de caractères "βαβ", l'IRS se transforme en ISS et envoie:

- soit un bloc d'information constitué de 9 signaux RQ, si elle est la station asservie;
- soit un signal RQ, si elle est la station maîtresse,

jusqu'à réception du signal de commande CS1 ou CS2 ou jusqu'à remise en phase.

2.18 Si elle reçoit ne serait-ce qu'un seul signal RQ en réponse à la transmission d'un bloc constitué de la séquence "BαBβBαBβBαB", l'ISS se transforme en IRS et envoie le signal de commande CS1 ou CS2.

2.19 La rapidité de transmission requise pour l'introduction de l'information dans l'équipement télégraphique terminal d'impression directe à bande étroite utilisant la méthode de codage/décodage adaptatif, de même que pour l'extraction de cette information, ne doit pas être inférieure à 75 bit/s (600 caractères/mn).

2.20 Les équipements d'impression directe à bande étroite qui utilisent la méthode de codage/décodage adaptatif doivent être raccordés à des réseaux fonctionnant à 50 bit/s (400 caractères/mn) (le réseau télex, par exemple) par l'intermédiaire de mémoires tampons à l'entrée et à la sortie de la ligne.

3. Résultats des études

L'efficacité de la méthode de codage/décodage adaptatif dans les équipements d'impression directe à bande étroite a été évaluée en trois étapes.

3.1 Le pourcentage des séances de communication pendant lequel le mode ARQ9 était susceptible d'être utilisé a été déterminé sur la base des données statistiques (voir le Rapport 743-1) fournies par des études relatives aux voies à ondes décimétriques. Ces études ont été faites conformément aux dispositions de la Recommandation 626 et les données ont été obtenues pendant la période 1976-1988. Les résultats calculés ont montré que la valeur requise était de 61%.

3.2 Entre janvier 1986 et février 1987, on a étudié les communications navire/côtière entre la station côtière de Leningrad et le navire à moteur "Komsomolsk" de la ligne Leningrad-Cuba (voir aussi le Rapport 1026); on a obtenu un train de séquences de signaux de commande CS1 et CS2 en utilisant un équipement d'impression directe à bande étroite conforme aux spécifications de la Recommandation 476. Dans l'utilisation de ce train de données, on a admis que la méthode de codage/décodage adaptatif (ARQ3, ARQ9) avait été appliquée dans l'équipement et on a évalué l'efficacité de ce système hypothétique. On a considéré que le système passait du mode ARQ3 au mode ARQ9 si un minimum de 103 séquences de signaux de commande étaient observées sur une période de 128 cycles transmis (de 450 ms chacun), et qu'il passait de nouveau au mode ARQ3 si un maximum de 34 séquences de signaux de commande étaient observées sur une période de 64 cycles transmis (de 900 ms chacun). Enfin, on a évalué la rapidité de transmission de l'information en mode ARQ3 sur des sections pouvant fonctionner en mode ARQ9, la rapidité de transmission de l'information en mode ARQ9 sur ces mêmes sections et la rapidité globale de transmission de l'information en mode adaptatif (ARQ3 et ARQ9).

Les résultats obtenus en définitive ont été les suivants:

- nombre total de blocs enregistrés - 159 424;
- rapidité moyenne de transmission de l'information en mode ARQ3 sur les sections pouvant fonctionner en mode ARQ9 - 43,4 bit/s (347 caractères/mn) et en mode ARQ9 - 56,7 bit/s (454 caractères/mn);
- gain de rapidité de transmission obtenu en utilisant le mode ARQ9 - 21%;
- temps pendant lequel le fonctionnement en mode ARQ9 était possible - 67% du temps d'observation total.

3.3 Pour vérifier l'efficacité de l'équipement d'impression directe à bande étroite dans le mode adaptatif et en évaluer la rapidité de transmission, on a procédé à des essais avec un prototype d'un tel équipement sur des communications navire/côtière entre la station côtière de Leningrad et le navire à moteur "Anatoly Vassilev" de la ligne Leningrad-Cuba, entre décembre 1987 et février 1988. En dépit de la petite taille de l'échantillon, les données obtenues lors des essais effectués sur prototype fonctionnant sur des voies réelles ont confirmé les évaluations calculées et statistiques de l'efficacité de la méthode adaptative. Ces essais ont permis d'obtenir les résultats suivants:

- nombre total de caractères transmis - 102 799;
- nombre de caractères reçus en mode ARQ3 - 62 402;
- nombre de caractères reçus en mode ARQ9 - 40 397;
- rapidité moyenne de transmission de l'information:
 - en mode ARQ3 - 24,9 bit/s (199 caractères/mn),
 - en mode ARQ9 - 53,7 bit/s (430 caractères/mn),
 - en mode adaptatif - 31,6 bit/s (253 caractères/mn).

Gain de rapidité de transmission - 21%.

4. Conclusions

Ces études ont montré que les équipements qui utilisent le codage/décodage adaptatif peuvent être utilisés efficacement sur les voies ayant une qualité de service commerciale, lesquelles, d'après les statistiques, peuvent représenter 60% ou plus de la totalité des voies. La rapidité de transmission de l'information augmente en moyenne d'environ 20%. La compatibilité avec les équipements existants conformes aux Recommandations 476 et 625 est conservée avec le mode ARQ3, mais l'avantage de la méthode de codage adaptatif n'est assuré que si les deux stations (station côtière et station de navire) sont équipées pour cette méthode adaptative.



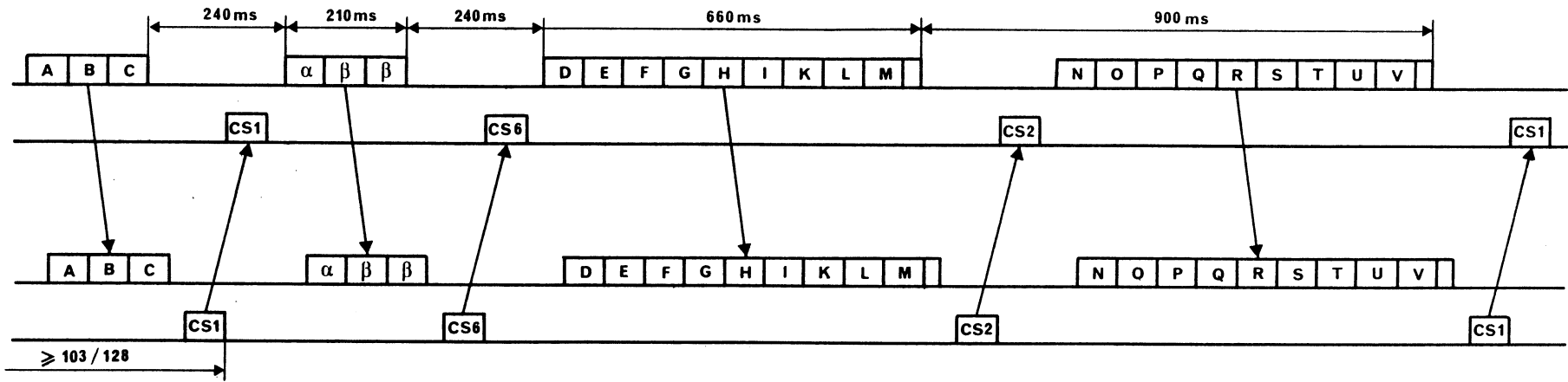


FIGURE 1 – Exemple de passage du mode ARQ3 au mode ARQ9

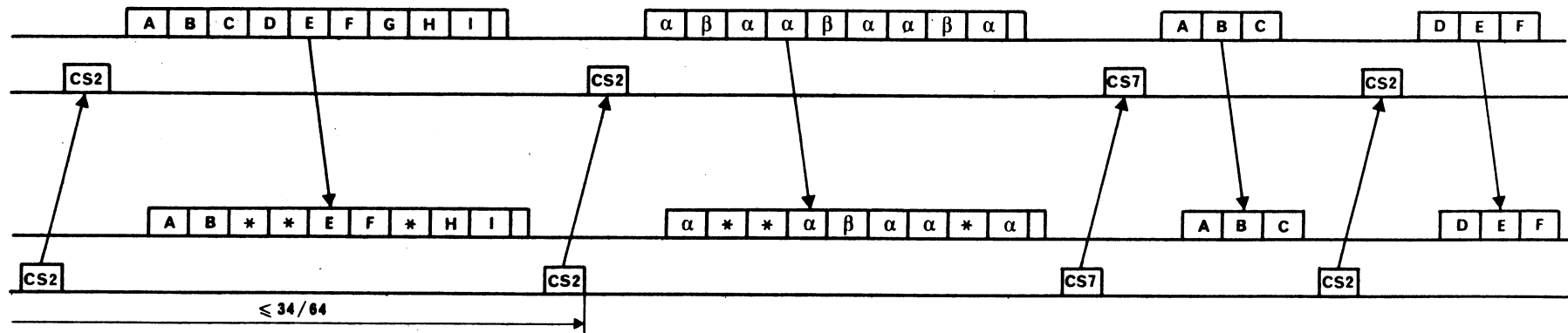


FIGURE 2 – Exemple de passage du mode ARQ9 au mode ARQ3