



MULTIPLICATION DE CIRCUITS PAR CODAGE A DEBIT VARIABLE

P. MARQUET (ALCATEL) - P. LANGLOIS (SAT)

ALCATEL - Route de NOZAY 91620 LA VILLE DU BOIS  
S.A.T - 41, Rue Cantagrel 75013 PARIS

L'association d'un système DSI et d'un MICDA à débit variable permet de multiplier par six le débit d'une ligne de transmission. Ce système permet la transmission de signaux de parole et de signaux de données jusqu'au débit de 9600 bit/s.

The association of a DSI system and an ADPCM system with variable rate can multiply by six the transmission line rate. This system permits to transmit the voice signals and inband data signal until a bit rate of 9600 bit/s.

1 - INTRODUCTION

L'utilisation d'un dispositif d'interpolation de parole (DSI) permet d'augmenter le débit d'une ligne de transmission dans un rapport moyen de deux par exploitation des silences. (1)

Un codeur MIC différentiel adaptatif (MICDA) de 32 à 16 Kbit/s multiplie par 2 à 4 le débit par rapport à un codeur MIC.

L'association de ces deux dispositifs permet d'obtenir un rapport de concentration moyen de six.

2 - INTERET DU DEBIT VARIABLE

2.1 - Définitions

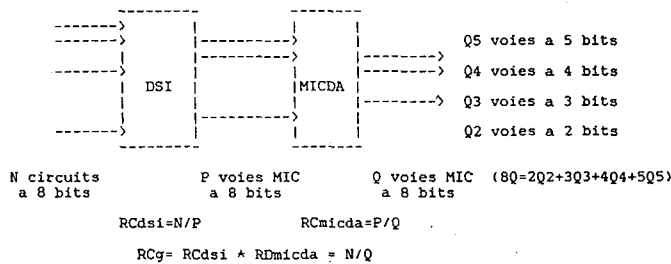


Fig.1 - Définitions -

RCdsi : rapport de concentration du DSI  
ACT : activité du DSI (en %) ACT : LOOP/N  
Les N circuits d'entrée sont actifs (en communication).  
Ils peuvent être regroupés sur P voies.  
RCmicda : rapport de concentration du MICDA.  
RCg : rapport de concentration global de l'ensemble DSI---MICDA

2.2 - Augmentation de la concentration avec un débit fixe

Pour obtenir un rapport de concentration global égal à cinq en associant un système DSI à un système MICDA CCITT, il faut que le rapport de concentration du DSI soit de  $5/2 = 2,5$ .

Ce RCdsi correspond à un taux d'activité moyen de 40%.

Si l'activité moyenne dépasse trop souvent 40% le DSI ampute le début des bribes de paroles et peut même geler les circuits.

Cette amputation, peut gênante quand elle est rare, dégrade rapidement la qualité de la parole quand elle devient trop fréquente, l'augmentation de cette fréquence intervenant lors des pointes de trafic. (2)

2.3 - Augmentation de la concentration avec un débit variable (3) (4)

Si le DSI possède plus de voies en sortie, par exemple 70 au lieu de 60, l'activité moyenne des circuit d'entrée pourra être plus grande. Mais cette augmentation d'activité, 47% au lieu de 40%, se paye par une diminution du RCdsi, 2,14 au lieu de 2,5.

Alors, pour obtenir un RCg de 5, il faut que le RCmicda soit de 2,3. En effet, le MICDA doit concentrer 70 voies sur 30, ce qui revient à coder chaque échantillon sur  $3/7 * 8 = 3,4$  bits en moyenne.

L'augmentation du RCmicda peut s'obtenir en attribuant un nombre de bits variable à chaque voie, en fonction du RCmicda désiré et de telle sorte que la réduction du nombre de bits de codage affecte dans le temps l'ensemble des voies.

L'utilisation d'un codeur MICDA pouvant travailler à 32,24 et 16Kbit/s, (4,3 et 2bits par échantillon), permet en augmentant le RCmicda de réduire le RCdsi et ainsi de repousser à une limite supérieure le seuil d'activité entraînant l'amputation.

Le tableau suivant donne le nombre de voies en sortie du MICDA travaillant sur 4,3 ou 2bits en fonction de l'activité moyenne pour 150 circuits d'entrée et un rapport de concentration global de 5.

| activité % | nombre de voies actives | RCdsi | RCmicda | nombre de voies codées sur |        |        | nombre de bits moyen par voie |
|------------|-------------------------|-------|---------|----------------------------|--------|--------|-------------------------------|
|            |                         |       |         | 4 bits                     | 3 bits | 2 bits |                               |
| 40         | 60                      | 2,5   | 2       | 60                         | 0      | 0      | 4                             |
| 47         | 70                      | 2,14  | 2,33    | 30                         | 40     | 0      | 3,4                           |
| 53         | 80                      | 1,88  | 2,66    | 0                          | 80     | 0      | 3                             |
| 60         | 90                      | 1,67  | 3       | 0                          | 60     | 30     | 2,67                          |
| 67         | 100                     | 1,5   | 3,33    | 0                          | 40     | 60     | 2,4                           |
| 73         | 110                     | 1,37  | 3,65    | 0                          | 20     | 90     | 2,18                          |
| 80         | 120                     | 1,25  | 4       | 0                          | 0      | 120    | 2                             |

REMARQUE : L'activité moyenne est de l'ordre de 40%. En période de pointe de trafic il est très rare d'avoir une activité supérieure à 60%. Cependant pour l'utilisateur un passage partiel en codage à 16Kbit/s est beaucoup moins gênant qu'une amputation.

L'utilisation du débit variable permet aussi d'attribuer un débit de 40 Kbit/s (5 bits par échantillon) aux données à 9600 bit/s.

Le codeur MICDA utilisé peut travailler aux débits de 40,32,24 ou 16 Kbit/s.



3 - TYPES DE SIGNAUX TRANSMIS

En dehors des signaux de parole, le système doit transmettre :

- les signaux de signalisation en bande, qui sont constitués de sinusoïde pure ou de la somme de deux sinusoïdes,
- les signaux modem jusqu'au débit de 9600 bit/s correspondant aux recommandations suivantes du CCITT : V21, V22, V23, V26bis, V26ter, V27bis, V27ter, V29 et V32.

4 - SOLUTIONS RETENUES

Compte tenu de la complexité du matériel et des améliorations apportées par les différentes solutions étudiées, il a été retenu de transmettre :

- les signaux de parole codés sur 2,3 ou 4 bits en fonction de l'activité, et de leur caractéristique (voisé ou non-voisé), les signaux voisés sont codés avec le maximum de bits, la réduction du nombre de bits de codage affecte en premier les signaux non voisés ; le nombre de bits attribué aux sons voisés n'est réduit que si celui attribué aux sons non-voisés est de deux,
  - les signaux de données codés sur 4 ou 5 bits en fonction de leur débit.
- Aussi, il est nécessaire d'effectuer :
- la discrimination parole-données, (\*)
  - la discrimination parole voisée-parole non voisée,

- la reconnaissance du débit de données supérieur à 4800 bit/s.

(\*) Toutes les données ne sont pas précédées de l'émission d'une tonalité à 2100 Hz.

4.1 - Discrimination parole-données

- Principes généraux

La distinction entre un signal de parole et un signal de données peut s'inspirer des constatations suivantes :

- . la fréquence moyenne d'un signal de données est supérieure à celle d'un signal de parole, à condition de la mesurer sur un intervalle de temps assez long,
- . l'énergie d'un signal de données évolue très peu au court du temps alors que celle d'un signal de parole est très fluctuante,
- . l'amplitude d'un signal de données est centrée autour de zéro, tandis que celle de la parole ne l'est pas toujours,
- . l'enveloppe d'un signal de données varie beaucoup plus lentement au cours du temps que celle d'un signal de parole.

- Mise en oeuvre

Le principe de la mise en oeuvre est décrit par la figure 2.

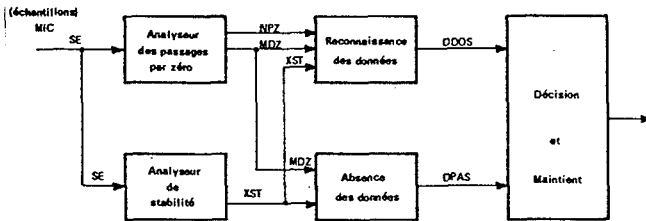


Figure 2 - DISCRIMINATION PAROLE-DONNEES

\*\*\* Analyseur des passages par zéro

Ce bloc analyse les échantillons MIC pendant 16 ms (128 échantillons) et calcule deux variables :

- NPZ le nombre total de passages par zéro,
- MDZ la distance moyenne entre deux passages par zéro, à condition que la distance entre deux passages nouvellement trouvée soit supérieure à un seuil adaptatif qui dépend de la distance antérieure.

\*\*\* Analyseur de stabilité

Toutes les millisecondes les amplitudes maximales et minimales des échantillons positifs et négatifs sont conservées.

Toutes les deux millisecondes le plus petit des maximums positifs d'une part et négatifs d'autre part est conservé pour calculer leur moyenne à court terme.

Ces deux moyennes, ainsi que les deux maximums positifs et négatifs restants permettent d'estimer la régularité du signal. La variable XST reflète cette régularité. Elle est voisine de "un" quand le signal est régulier et voisine de "zéro" quand il présente des irrégularités.

\*\*\* Reconnaissance des données

SI le signal est régulier (XST voisin de 1), ET SI sa fréquence moyenne déterminée à partir de MDZ est supérieure à 800 Hz, ET SI sa fréquence moyenne estimée sur 128 échantillons, déterminée à partir de NPZ est inférieure à 2600 Hz, ALORS ce bloc donne l'information PRESENCE DE DONNEES.

\*\*\* Absence de données

SI le signal est irrégulier (XST voisin de 0), OU SI sa fréquence moyenne déterminée à partir de MDZ est inférieure à 500 Hz, ALORS ce bloc donne l'information ABSENCE DE DONNEES.

\*\*\* Décision et maintien

Les deux informations "PRESENCE ou ABSENCE DE DONNEES" incrémentent ou décrémentent un compteur. La valeur de celui-ci comparée à un seuil donne l'information "PAROLE" ou "DONNEES".

Quand les deux blocs précédents ne donnent pas l'information de présence ou d'absence de données, ce bloc maintient la décision précédente.

4.2 - Discrimination voisé-non voisé

- Principe général

Un signal de parole est classé comme signal voisé SI sa fréquence moyenne est inférieure à 1000 Hz ET SI son énergie est supérieure à -29bdmo.

Si une de ces deux conditions n'est pas vérifiée, le signal est classé comme signal non voisé.

- Mise en oeuvre

Le principe de la mise en oeuvre est décrit par la figure 3.

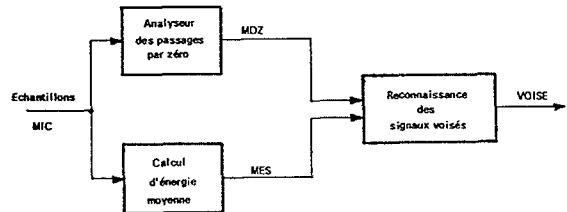


Figure 3 - DISCRIMINATION VOISE-NON VOISE

\*\*\* Analyseur des passages par zéro (décrit ci-dessus)

Seule la variable de sortie MDZ est ici utilisée.

\*\*\* Calcul de l'énergie moyenne

L'énergie moyenne MSE est calculée à partir du signal MIC.

\*\*\* Reconnaissance des signaux voisés

La fréquence du signal à partir de la valeur de la variable MDZ et son énergie moyenne donnée par MES permettent de décider si le signal est voisé (VOISE=1) ou non voisé (VOISE=0).

4.3 - Détermination du 9600 bit/s

- Principe général

Les signaux de données à 9600 bit/s sont caractérisés par un gain de prédiction moyen nettement plus faible que celui obtenu sur les signaux de données à un débit inférieur.

- Mise en oeuvre  
La figure 4 donne le schéma bloc du système.

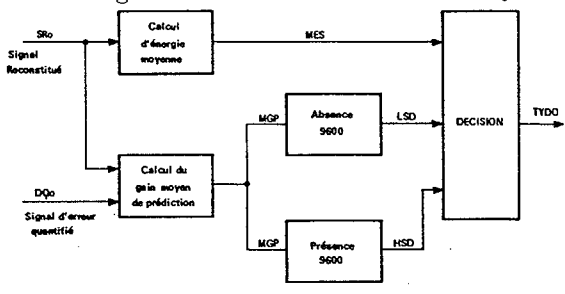


Figure 4 - DETERMINATION DU 9600 BIT/S

\*\*\* Calcul de l'énergie moyenne  
L'énergie moyenne MSE est calculée à partir du signal reconstitué SR.

\*\*\* Calcul du gain de prédiction moyen  
Le gain de prédiction moyen MGP est calculé à partir du signal reconstitué SR et du signal d'erreur quantité DQ (SR/DQ) et moyenné sur 256 échantillons.

\*\*\* Présence du 9600  
SI MGP est inférieur à S1, un seuil déterminé, alors ce bloc donne l'information "PRESENCE DE 9600".

\*\*\* Absence de 9600  
SI MGP est supérieur à S2, avec S2 < S1, alors ce bloc donne l'information "ABSENCE DE 9600".

\*\*\* Décision  
Les informations "PRESENCE ou ABSENCE de 9600" incrémentent ou décrémentent un compteur dont la valeur comparée à un seuil donne l'information "DONNEES A 9600".

Si l'énergie du signal est trop faible, ou si la présence ou l'absence de 9600 n'a pu être établie, la décision précédente est maintenue.

4.3 - Modification de l'algorithme du CCITT

Les paramètres de l'algorithme du CCITT modifiés sont les suivants :  
 . la loi de quantification,  
 . les paramètres de vitesse d'adaptation W(i) et F(i).  
 A 32 Kbit/s le codeur MICDA utilisé est celui du CCITT. (5)  
 A 24 et 16 Kbit/s, à partir des signaux de parole, une méthode itérative minimisant l'erreur de prédiction a permis de déterminer les paramètres W(i), F(i) ainsi que la loi de quantification.  
 A 40Kbit/s le même principe a été utilisé en utilisant des signaux de données à 9600 bit/s.

5 - RESULTATS

5.1 - Parole

- Méthode utilisée

Utilisation d'enregistrement de conversation téléphonique d'un homme et d'une femme. Chacun des enregistrements comporte des bribes de courte et de longue durée, et des silences qui ont été réduits à un maximum de deux secondes pour faciliter le test.

Chaque enregistrement dure environ une minute.

Pour les tests informels d'écoute, l'auditeur doit indiquer pour chaque test si la première phrase écoutée est de meilleure qualité, de qualité quasi identique ou de plus mauvaise qualité que la seconde phrase écoutée.

Chaque test (écoute de deux phrases) comprend une référence et une condition à tester, dans un ordre quelconque, condition pouvant éventuellement être une référence afin de pouvoir vérifier la cohérence des réponses données par l'auditeur.

Les références sont les suivantes :

- Signal dégradé par le MALT pour Q = 17, 23 et 30 dB
  - Signal codé en MIC loi A
  - Signal codé en MICDA CCITT loi A à 32Kbit/s (MALT : système permettant de générer un bruit multiplicatif avec un RSB donné).
- Le concentrateur comprend 30 voies en sorties, N voies en entrée, 2 voies attribuées à 64 Kbit/s, M voies de données codées sur 4 bits par échantillon.

- Les conditions testées sont les suivantes :
- N = 150 M = 4 activité de 35% parole codée sur 4 bits
  - N = 150 M = 4 activité de 44% parole codée sur 3,5 bits en moyenne
  - N = 180 M = 10 activité de 41% parole codée sur 3bits en moyenne
  - N = 180 M = 10 activité de 47% parole codée sur 2,5 bits en moyenne

Le système a été testé sans utiliser (DSI - MICDA) ou en utilisant (DSI-MICDA-voisé-non voisé) la possibilité de réduire le nombre de bits sur les sons non voisés.

La figure 5 situe les différents systèmes entre eux.

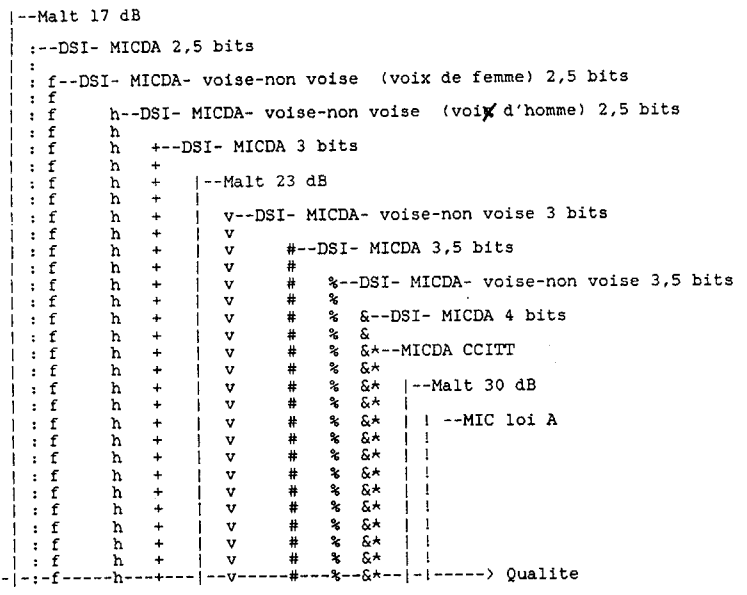


Fig.5 - Comparaison des systèmes -

REMARQUE : Le bruit MALT injecté donne une dégradation légèrement différente de celle des systèmes de codage. Aussi ces tests permettent surtout de comparer les systèmes entre eux.

De façon générale, les dégradations sont plus perceptibles sur les voix de femme que sur les voix d'homme.

L'utilisation du voisé-non voisé amène toujours une amélioration de la qualité. Celle-ci est plus importante sur les voix masculines, et diminue avec le débit pour les voix féminines. En moyenne, sur l'échelle MALT le gain apporté par ce dispositif est voisin de 3 dB.



### 5.2 - Données

La qualité de la transmission des signaux de données jusqu'au débit de 4800 bit/s est la même que celle obtenue avec le MICDA CCITT.

La figure 6 donne les résultats obtenus à 9600 bit/s avec un modem de type V.29.

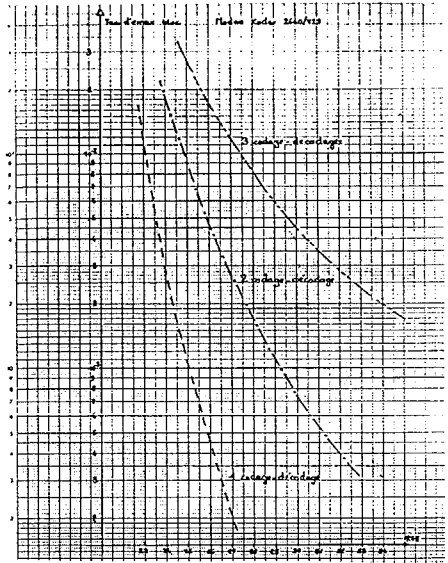


Fig. 6

#### - Commentaires

L'utilisation d'un codeur MICDA à 40 kbit/s pour les données à 9600 bit/s permet leur transmission pour deux codage-décodages pour la plupart des modems V.29.

Trois codage-décodages ne sont pas acceptables.

Le temps de reconnaissance d'un signal de données est toujours inférieur à 400ms, et généralement inférieur à 200 ms.

La reconnaissance du 9600 est effectuée en moins de 100 ms.

Par précaution, avant la reconnaissance du débit de données, le codage est effectué à 5 bits.

En cas d'erreur de discrimination sur le débit, le nombre de bits attribué au codage est toujours supérieur ou égal au nombre de bits nécessaire.

Les essais effectués sur les signaux de données ont toujours donné une excellente discrimination.

### 6 - CONCLUSIONS

Ce dispositif permet d'obtenir un rapport de concentration de 5 à 6 pour une activité moyenne globale de 35 à 45%.

Quand le nombre de circuits de données croît, sachant que les voies de données ont 4 ou 5 bits attribué, seule la concentration sur les signaux de parole augmente et le nombre de bits moyen attribué à ces signaux de parole diminue.

Cette diminution peut aller jusqu'à un codage à deux bits lors de pointe de trafic, qui bien que de qualité médiocre est préférable au gel de circuits.

L'amélioration de la qualité apportée par le dispositif voisé-non voisé se fait au détriment d'une augmentation du débit de signalisation dans un rapport voisin de deux.

Ce système tout en permettant de transmettre des données à 9600 bit/s autorise des pointes de trafic correspondant à une activité globale supérieure à 60 %.

### REFERENCES

- (1) Le CELTIC 2G Concentrateur de circuits téléphoniques de 2<sup>ème</sup> génération - J.GUINAND, R.BAILLY - Commutation et transmission n°1 - 1985
- (2) Expérimentation de l'association CELTIC 2G et MICDA sur liaison numérique par satellite - R.BAILLY - Rapport CNET n°PAB/STC/315 Octobre 84
- (3) "High gain digital speech interpolation with adaptive differential PCM coding" Yohtaro YATSUZUKA - IEEE trans. an. COM-30 n°4 April 82 pp 750-761
- (4) Report on question 25/XVIII document temporaire n°14 - Groupe de travail XVIII/8 du CCITT - Genève - Juillet 86
- (5) Recommandation CCITT G.721 Octobre 84