

RECOMMANDATION UIT-R F.756*

Systèmes AMRT point à multipoint utilisés comme concentrateurs radioélectriques

(Question UIT-R 125/9)

(1992)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les systèmes AMRT analogiques et numériques point à multipoint sont aujourd'hui largement utilisés, en particulier dans les bandes de fréquences comprises entre 1,427 et 2,690 GHz, principalement pour doter les zones rurales et parfois les zones urbaines de services d'abonné de téléphonie et de données;
- b) que la Recommandation UIT-R F.701 indique la disposition des canaux des diverses bandes de fréquences utilisées par les systèmes AMRT point à multipoint dans la plage 1,427-2,690 GHz;
- c) que, ces systèmes pouvant faire partie intégrante de réseaux de télécommunication commutés, il est souhaitable qu'ils répondent à certaines normes minimales de qualité de fonctionnement qui garantiront leur intégration dans ces réseaux;
- d) que ces systèmes doivent avoir des caractéristiques radioélectriques qui permettent une utilisation efficace du spectre et qui facilitent le partage des bandes,

recommande

1 que les systèmes AMRT point à multipoint assurent des services qui soient également accessibles aux abonnés par lignes métalliques. Ces services pourront être les suivants:

- le service téléphonique d'abonné individuel à 2 fils;
- les divers types de service téléphonique public (publiphone);
- le service à 4 fils avec et sans signalisation TRON-RON;
- les services de données qui utilisent la bande vocale, dont les services de télécopie et les autres services de télématique, qui peuvent être assurés à un débit binaire maximum d'au moins 9,6 kbit/s;

2 que les systèmes numériques doivent pouvoir:

- acheminer des données aux débits inférieurs ou égaux à 64 kbit/s;
- assurer, dans le futur, un accès au RNIS au débit binaire de base $2B + D$;

3 que les systèmes point à multipoint étant susceptibles de faire partie d'une communication internationale, les dispositions des Recommandations pertinentes de la série G de l'UIT-T soient observées;

* La Commission d'études 9 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2002 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

- 4 que, compte tenu de considérations d'ordre économique:
- a) la qualité de service (probabilité de perte d'appel) offerte à un abonné par un système de ce type n'excède pas en temps normal 1% et qu'elle soit calculée selon les dispositions des Recommandations UIT-T E.506 et UIT-T E.541 et du Supplément N° 1 aux Recommandations de la série E (Note 1);
 - b) les objectifs fixés pour les systèmes numériques en matière de qualité en termes de taux d'erreurs et de disponibilité soient généralement conformes à la Recommandation UIT-R F.697, pour les communications d'abonné. Pour les systèmes fonctionnant dans la section de qualité moyenne d'un RNIS, la Recommandation UIT-R F.696 est applicable;
 - c) les systèmes AMRT analogiques soient conçus pour assurer une qualité téléphonique dont le niveau de bruit soit conforme aux dispositions de l'ex-Recommandation UIT-R F.395 et une disponibilité identique à celle des systèmes numériques dont il est question au considérant b) ci-dessus;
- 5 que les systèmes numériques aient une efficacité spectrale d'au moins 1 bit/s/Hz dans la largeur de bande attribuée;
- 6 que les méthodes de codage des signaux vocaux employées dans les systèmes numériques soient telles que l'intégration du système point à multipoint dans le réseau commuté soit simple et qu'elle introduise aussi peu de limitations que possible. Les méthodes de codage recommandées sont la méthode MIC à 64 kbit/s définie dans la Recommandation UIT-T G.711 et la méthode MICDA à 32 kbit/s définie dans la Recommandation UIT-T G.721 (Note 2);
- 7 que l'on se reporte à l'Annexe 1 pour la mise en œuvre de systèmes AMRT point à multipoint.

NOTE 1 – Il se peut que certaines administrations adoptent d'autres valeurs pour la qualité de service, qui pourront atteindre 5% par exemple, selon les conditions locales.

NOTE 2 – Les systèmes MICDA à 32 kbit/s présentent des limitations en ce qui concerne la limite supérieure du débit de transmission de données.

ANNEXE 1

Systèmes AMRT point à multipoint utilisés comme concentrateurs radioélectriques

1 Introduction

La présente Annexe fournit des renseignements concernant les systèmes point à multipoint (P-MP) fonctionnant comme des concentrateurs radioélectriques et utilisant l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). Ces systèmes peuvent aussi, en général, fonctionner selon un mode de fonctionnement non concentré, avec assignation fixe de circuits de données à faible capacité.

Ces systèmes sont aujourd'hui largement utilisés pour assurer un service d'abonné voix-données principalement dans des zones rurales/suburbaines et moins fréquemment dans des agglomérations urbaines.

2 Description générale

L'objectif fondamental de ces systèmes est d'établir une liaison radioélectrique qui permettra d'étendre les services aux abonnés ruraux pour lesquels les systèmes à ligne filaire sont plus coûteux ou lorsque la topographie du terrain en limite l'utilisation. Dans la mesure du possible, ces services devraient assurer la qualité de transmission et offrir la gamme d'équipements dont bénéficient normalement les abonnés des zones urbaines.

Les systèmes à concentrateur radioélectrique assurent l'accès multiple aux abonnés, soit par l'emploi de fréquences multiples (accès multiple à répartition en fréquence, AMRF), soit par l'emploi d'intervalles de temps multiples (accès multiple à répartition dans le temps, AMRT). Les concentrateurs numériques utilisent naturellement l'AMRT, qui est décrit ici.

Les systèmes à accès multiple permettent aux abonnés d'avoir accès à plusieurs circuits, le nombre n de ces circuits étant inférieur au nombre N d'abonnés ($n < N$). On est donc en présence d'un système de concentrateur radioélectrique: autrement dit, il faut accepter une certaine qualité d'écoulement du trafic lorsqu'on cherche à établir une communication. Cette qualité d'écoulement du trafic dépend du nombre n de circuits radioélectriques, du nombre N d'abonnés et de l'origine du trafic.

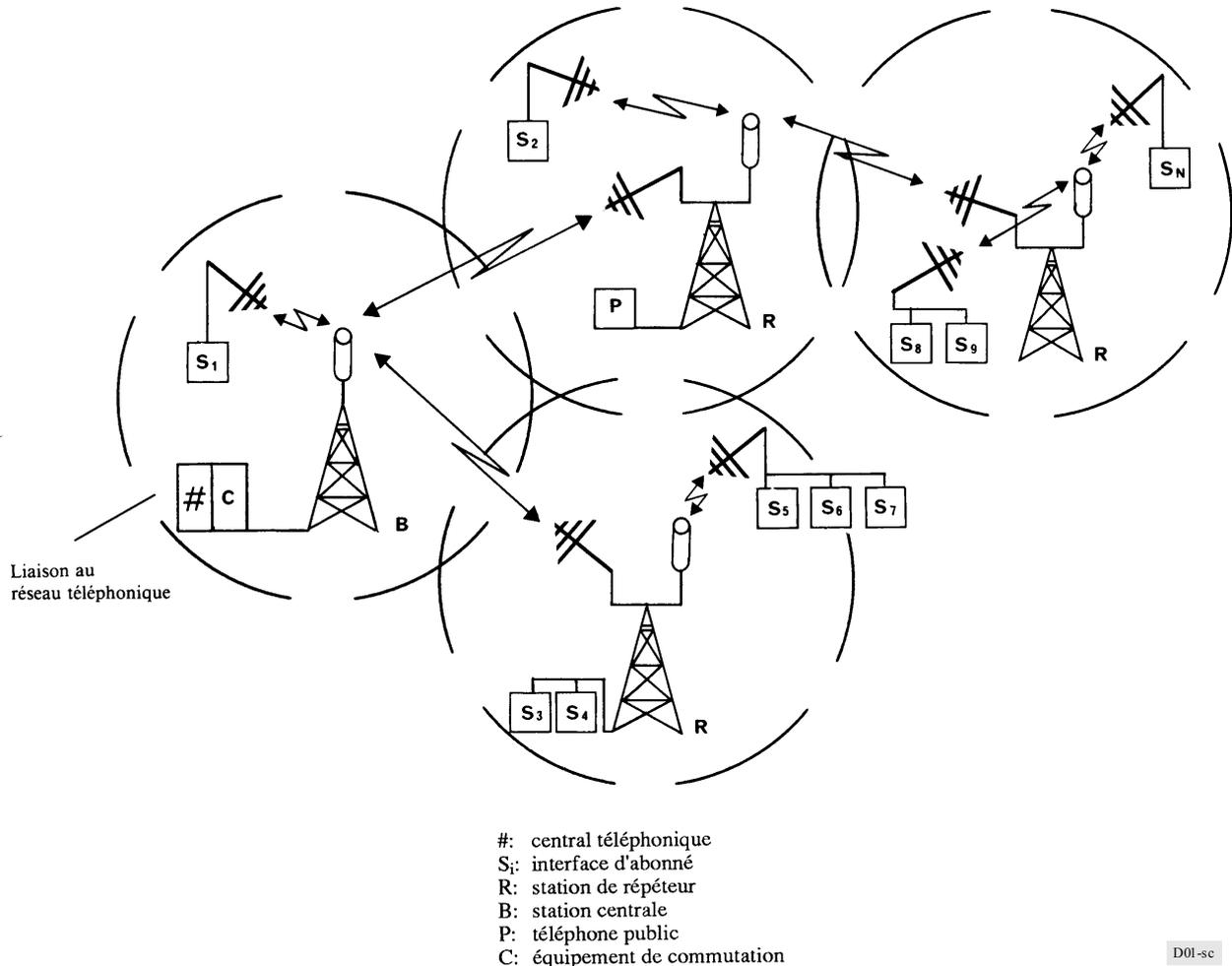
Un système concentrateur à accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) comprend un seul équipement émetteur-récepteur à la station centrale et à chaque station d'abonnés. Le signal transmis comprend n intervalles de temps multiplexés dans le temps, chacun d'eux permettant d'établir une voie téléphonique. Toute station d'abonnés a accès à l'un quelconque des n intervalles de temps attribués sur demande, par la station centrale.

Dans le cas des systèmes AMRT, aussi bien analogiques que numériques, il est possible d'utiliser des répéteurs pour étendre le service du central aux abonnés éloignés. Les stations de répéteurs comprennent deux émetteurs-récepteurs connectés dos à dos par des équipements appropriés. Les répéteurs peuvent desservir les abonnés locaux et jouent le rôle de changeurs de fréquence radioélectrique bidirectionnels qui retransmettent le signal dans les zones radioélectriques adjacentes (voir la Fig. 1), éliminant ainsi la nécessité d'interconnecter les liaisons entre les cellules.

Dans une forme de réalisation possible utilisant des stations de répéteurs à commutation locale, l'information de signalisation, d'acheminement et d'état opérationnel du réseau à accès multiple est acheminée sur des voies de supervision contrôlées en permanence et, si nécessaire, actualisée dans toutes les stations. Les voies d'abonnés ou les intervalles de temps inutilisés sont assignés sur demande aux abonnés sur la base de l'extraction et de l'insertion par l'intermédiaire des commutateurs locaux et les signaux de supervision sont actualisés par l'information sur les nouvelles connexions (ou rupture de connexion). On peut utiliser plusieurs fois la même voie ou le même intervalle de temps sur le réseau, grâce au commutateur local. Un commutateur central est inutile. Une station centrale doit être affectée au raccordement au réseau public. La Fig. 2 montre une configuration possible d'un système de commutation locale avec les dispositions caractéristiques d'une station de répéteurs et d'une station centrale.

FIGURE 1

Configuration possible d'un système à concentration radioélectrique AMRT pour abonnés ruraux

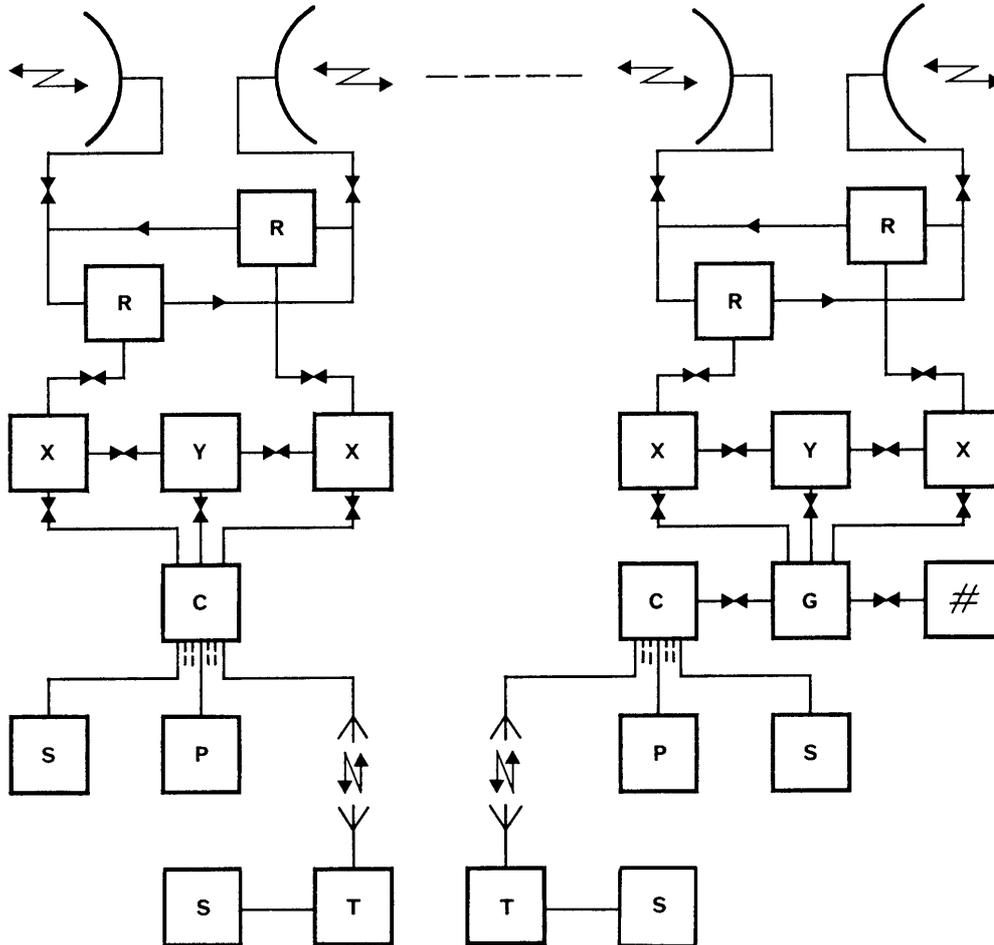


D01-sc

3 Principes de fonctionnement

Tous les systèmes AMRT point à multipoint sont fondés sur le même principe de transmission. Des données ou des signaux téléphoniques à codage numérique sont émis par la station centrale sous forme de signaux multiplexés par répartition dans le temps (MRT) utilisant l'entrelacement des éléments binaires ou des octets. Une autre façon de procéder consiste à transmettre séquentiellement l'information aux diverses stations d'extrémité. En sens inverse, chaque station d'extrémité se voit attribuer un intervalle de temps pendant lequel elle émet ses informations. Il convient donc de veiller à ce que les salves de données arrivent en séquence à la station centrale. On y parvient généralement grâce à une conception minutieuse du système de commande et à une égalisation du temps de propagation absolu. Cette égalisation peut être fixée à l'avance ou réglée dynamiquement selon les objectifs nominaux adoptés pour le système. Si les variations du temps de propagation sont faibles par rapport à la durée en bauds du système, une égalisation fixée à l'avance suffit généralement. Les Fig. 3 et 4 représentent schématiquement un système et une disposition de trame AMRT typiques.

FIGURE 2
 Configuration possible d'un système à accès multiple
 à commutation locale pour abonnés ruraux



- T: équipement radioélectrique terminal
- R: station de répéteur
- X: multiplexeur/démultiplexeur d'extraction/insertion pour les voies de supervision et de trafic
- Y: processeur de supervision
- C: commutateur local
- G: commutateur d'accès au réseau
- #: central téléphonique
- S: interface d'abonné
- P: téléphone public

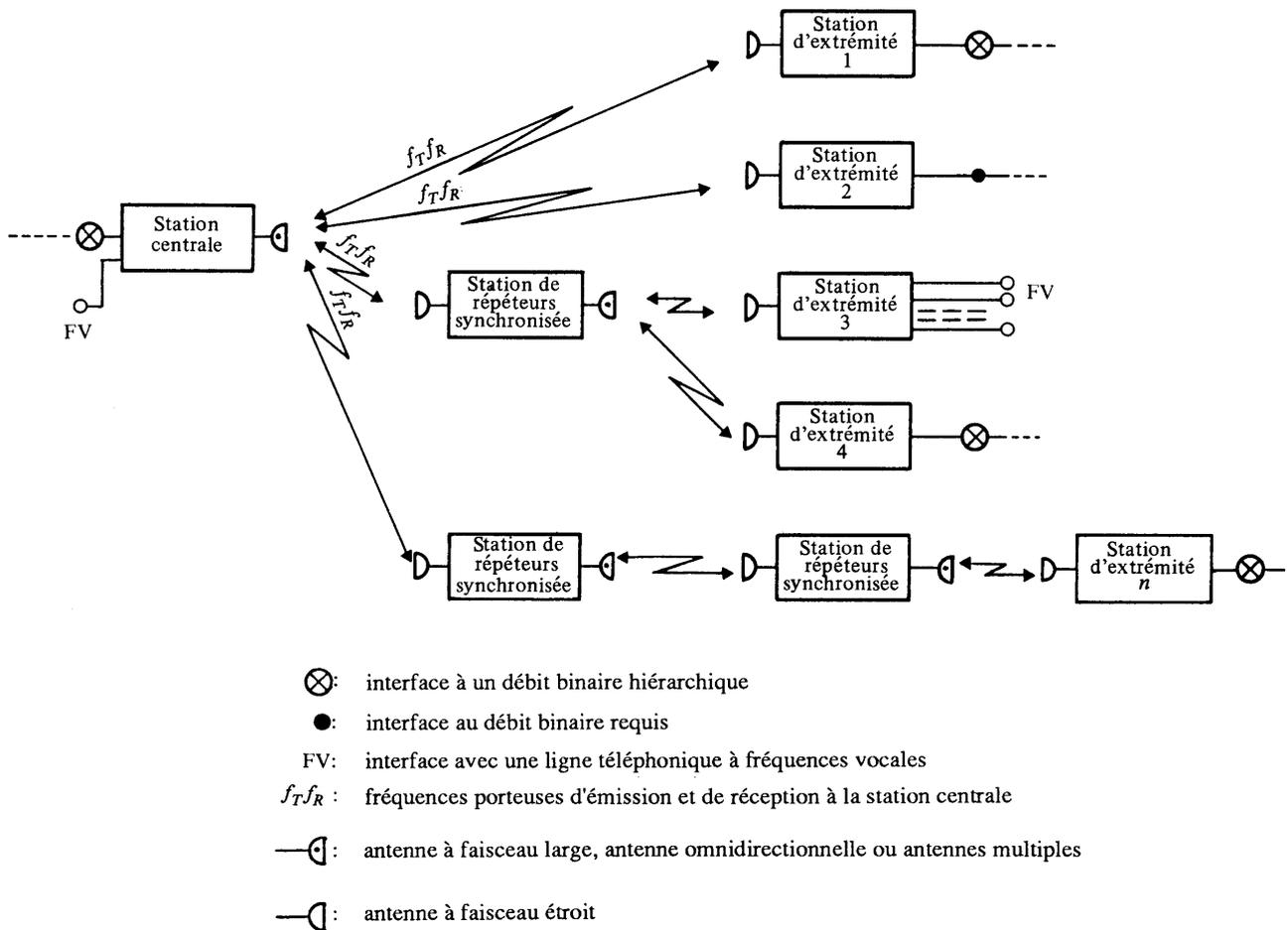
D02-sc

En général, la connexion des systèmes P-MP avec le réseau s'effectue à la station centrale et il est préférable que le système P-MP soit transparent au réseau et qu'aucune contrainte ne soit imposée par l'utilisation de l'AMRT. De plus, une interface classique permet à la station centrale d'être située à une certaine distance du point de connexion avec le réseau puisque la liaison avec ce point peut être opérée par des systèmes classiques, radioélectriques ou filaires.

Normalement, le signal régénéré reçu à chaque station d'extrémité est utilisé pour fournir à celle-ci des informations de rythme. L'information de synchronisation pour les émissions en mode salve est fournie par les bits de supervision reçus de la station centrale. Il s'ensuit que chaque salve contient une information de préambule et que de longues salves et, par conséquent, de longues périodes de

trame sont donc souhaitables pour le bon fonctionnement du système. Toutefois, cette méthode peut conduire à des retards globaux inacceptables pour un réseau public commuté. Aussi la relation entre l'efficacité de transmission (rapport du nombre de bits réservés à la communication au nombre de bits total incluant la synchronisation) et le temps de transmission autorisé doit-elle être soigneusement examinée.

FIGURE 3
Configuration typique d'un système de systèmes hertziens fixes MRT point à multipoint



0756-03

4 Considérations sur les fréquences, les brouillages et la modulation

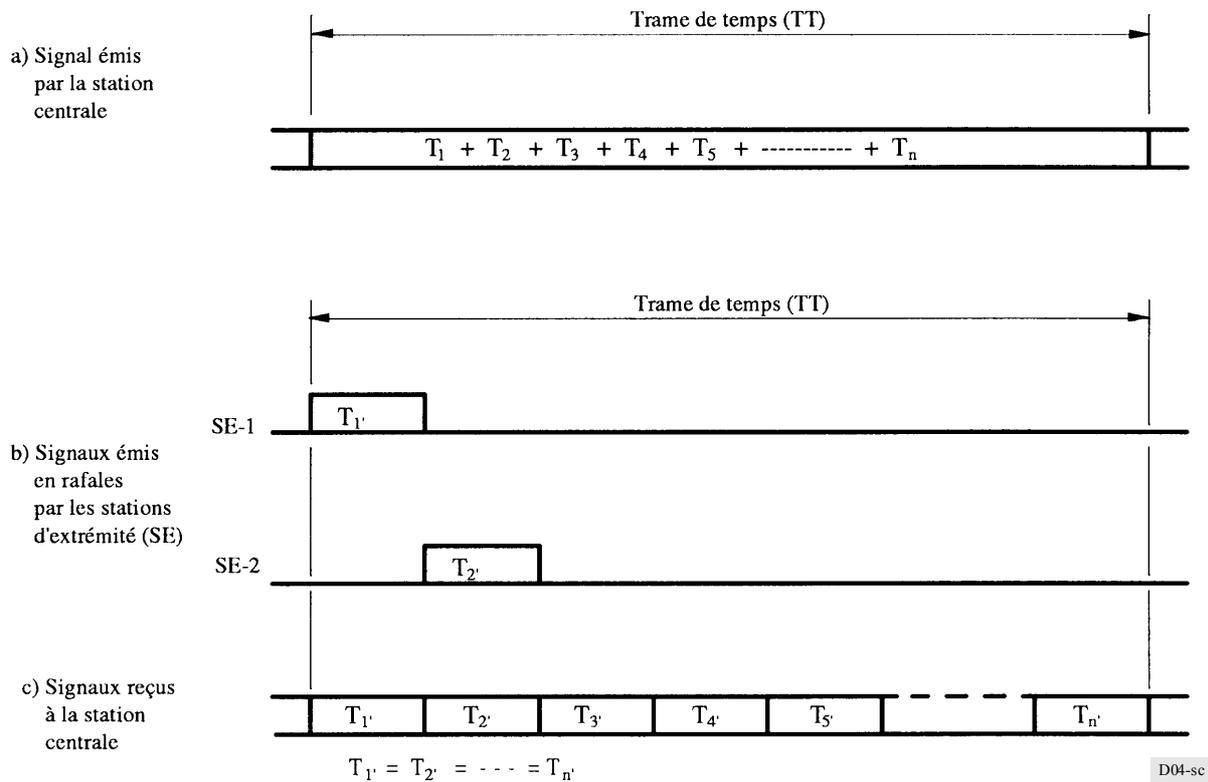
Compte dûment tenu du mode de propagation et de l'état actuel de la technique, la bande de fréquences doit être choisie dans les bandes qui ont été attribuées au service fixe. Les bandes les plus basses sont surtout préférées dans les cas où la propagation se fait par diffraction (régions montagneuses) et les bandes les plus élevées dans les cas où l'on peut craindre des brouillages. Il est à noter que la bande des 1,5 GHz, celle de 1,7 à 1,9 GHz et celle de 2,3 à 2,6 GHz sont actuellement utilisées par certaines administrations pour cette application.

Dans les systèmes par accès multiple, les fréquences des différentes voies devront être choisies en tenant compte de la largeur de bande des équipements et des limitations imposées par les différentes sources de brouillage.

Lorsque plusieurs systèmes radioélectriques doivent coexister dans une même zone rurale, la coordination des fréquences exigera une analyse détaillée qui, dans le cas de systèmes par accès multiple, présente quelques traits communs avec les systèmes mobiles.

FIGURE 4

Relation type entre les intervalles de temps alloués à un système AMRT



On peut parvenir à une utilisation plus efficace du spectre radioélectrique disponible en tirant parti du fait que les abonnés ruraux étant en position fixe, il est possible d'utiliser des antennes directives, réduisant ainsi au minimum les brouillages réciproques.

4.1 Planification des fréquences

Les systèmes P-MP utilisent généralement plusieurs stations centrales pour assurer une couverture géographique adéquate, selon le nombre d'abonnés pouvant être connecté à un système. Pour limiter le coût de l'infrastructure, on continue d'utiliser les stations centrales initiales en cas d'accroissement du nombre d'abonnés en y ajoutant des stations centrales. Il est donc nécessaire de multiplexer les voies radioélectriques avant la ligne d'alimentation de l'antenne.

Les systèmes fonctionnant dans les ondes centimétriques doivent avoir un trajet de propagation sans obstacles (en visibilité directe). Des bâtiments élevés risquent de provoquer de nombreuses régions d'ombre. La visibilité du trajet de propagation, définie en pourcentage d'abonnés en visibilité directe à partir de la station centrale, peut être améliorée grâce à une configuration en cellules se recouvrant

partiellement avec plusieurs stations centrales. Dans le cas des systèmes fonctionnant en ondes décimétriques et métriques dans les zones rurales, un certain affaiblissement par diffraction est, en général, toléré.

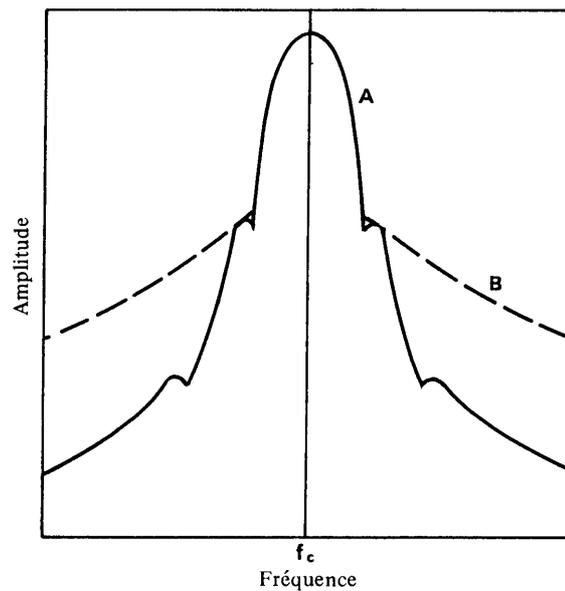
4.2 Mise en forme du spectre et brouillage dans la voie adjacente

La forme du signal émis par un système hertzien fixe numérique est généralement mise en forme de façon à réduire au minimum le spectre hors bande et à supprimer le brouillage des canaux adjacents.

Un système hertzien fixe à multiplexage par répartition dans le temps qui émet des signaux en salve doit maintenir une forme de symbole correcte pendant toute la durée de la salve et une synchronisation correcte des portes est indispensable. La Fig. 5 donne une répartition du spectre des signaux MRT en salve quand la synchronisation des portes est correcte (courbe A) et incorrecte (courbe B).

FIGURE 5

Répartition du spectre en multiplexage par répartition dans le temps



Courbes A: spectre normal des signaux en salve avec synchronisation correcte des portes

B: spectre des signaux en salve avec synchronisation incorrecte des portes

D05-sc

4.3 Techniques de modulation

La modulation de fréquence ou la modulation de phase semblent être les modulations préférées pour les systèmes analogiques. Pour les systèmes numériques, c'est la modulation par déplacement de fréquence (MDF), la modulation par déplacement de phase (MDP) ou la modulation d'amplitude en quadrature (MAQ). L'utilisation d'amplificateurs en classe C contribue à réduire la consommation d'énergie, mais dans la pratique, l'utilisation de tels amplificateurs est limitée à la MDF ou à la MDP (à 2 et à 4 états).

On pourrait faire appel à la MICDA à 32 kbit/s (voir Recommandation UIT-T G.721) pour utiliser plus efficacement les fréquences radioélectriques tout en maintenant la qualité de transmission (Note 1).

On a mis au point un système qui permet d'exploiter simultanément 4 circuits vocaux dans un seul canal RF de 25 kHz. Ce système utilise un algorithme de codage à 16 kbit/s pour assurer la compression nécessaire de la voix et il requiert l'emploi d'un compensateur d'écho en raison du temps de propagation du codec.

Une technique de modulation par déplacement de phase en quadrature (MDP-4) avec décalage, exempte de brouillage et de gigue entre symboles a été mise au point pour fournir un système AMRT de grande capacité permettant une utilisation efficace du spectre des fréquences et de l'énergie.

NOTE 1 – La Recommandation UIT-T G.728 montre une norme pour le codage à 16 kbit/s.

4.4 Plans de fréquences

Des systèmes AMRT ont été développés dans la bande 9. Ils utilisent différents plans de fréquences, avec un espacement entre canaux qui dépend de la capacité et du type de modulation. Certains systèmes types sont présentés au Tableau 1.

La Recommandation UIT-R F.701 donne des précisions sur les dispositions des canaux radioélectriques pour les systèmes P-MP fonctionnant entre 1,427 et 2,690 GHz.

TABLEAU 1

Plans de fréquences habituels des systèmes point à multipoint

Fréquence centrale (MHz)	Nombre de circuits interurbains	Technique de modulation	Espacement des voies (MHz)
1 500	15	MF	3,5
	60	MDP-4 avec décalage	3,5
	15	MDF-2	2,0
	10	MDF	2,0
	30	MDP-4	2,0/2,5
1 800	15	MF	3,5
	60	MDP-4 avec décalage	3,5
2 000	48	MDP-4	4,0
	15	MF	3,5
	60	MDP-4 avec décalage	3,5
2 400 à 2 600	15	MF	3,5
	60	MDP-4 avec décalage	3,5
	10	MDF	2,0
	30	MDP-4	2,0/2,5

Des systèmes AMRT ont également été mis au point dans les bandes 150, 450 et 800 MHz pour assurer une exploitation en bande étroite. Ces systèmes, exploités avec un espacement de canaux de 25 et 30 kHz, utilisent le spectre en partage avec le service mobile terrestre. Il existe des systèmes à deux ou quatre circuits vocaux par canal radioélectrique. Chaque système peut comprendre un multiplex de canaux RF fonctionnant en AMRF.

Le nombre total des circuits offerts est donné par le produit du nombre des canaux RF disponibles et du nombre des circuits vocaux par canal RF. A titre d'exemple, un système fonctionnant dans la bande 450 MHz avec quatre circuits par canal RF et 26 canaux RF offre 104 circuits, mais le nombre des abonnés desservis peut être bien supérieur à 104. Ceci dépend de la qualité de service souhaitée.

4.5 Brouillage

Les cas de brouillage suivants doivent être pris en considération au cours de l'aménagement des cellules et de la planification des fréquences:

- brouillage causé à une station d'abonnés par le répéteur et les stations d'abonnés de la cellule adjacente (Fig. 6a));
- brouillage causé à une station de répéteurs par le répéteur et les stations d'abonnés de la cellule adjacente (Fig. 6b));
- brouillage causé à une station de répéteurs par elle-même (Fig. 6c));
- brouillage causé à une station de répéteurs d'une cellule par les stations d'abonnés de la même cellule (Fig. 6c));
- brouillage cocanal dû au fait que la même fréquence est utilisée dans une cellule éloignée.

Dans une station de répéteurs, il faut tenir pleinement compte des rayonnements parasites et des réponses parasites.

5 Economie du système et efficacité spectrale

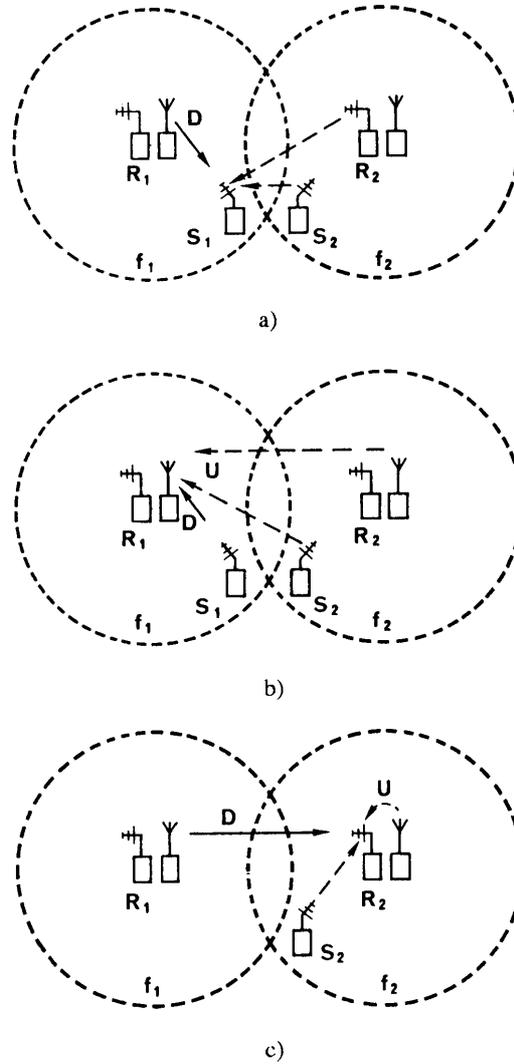
5.1 Généralités

Dans les systèmes les plus simples P-MP, chaque intervalle de temps est assigné à l'avance à une station d'extrémité déterminée qui peut accéder à tout moment à cet intervalle de temps. Cela permet d'assurer un service constant à un abonné et l'efficacité spectrale obtenue est semblable à celle d'un système hertzien fixe numérique point à point équivalent.

Pour les systèmes téléphoniques d'abonnés et les autres systèmes dans lesquels il n'est pas nécessaire que la station d'extrémité soit connectée en permanence à la station centrale, on obtient une utilisation plus rationnelle du spectre en assignant à la demande les intervalles de temps aux stations d'extrémité. Dans ces conditions, le système assure une concentration. La valeur appropriée du rapport nombre d'abonnés service/nombre de circuits offerts ainsi que la qualité d'écoulement du trafic correspondante peuvent être obtenues à partir des Recommandations UIT-T E.506 et UIT-T E.541 (§ 3.1) et du Supplément N° 1 aux Recommandations de la série E de l'UIT-T en prenant en considération certains facteurs comme la croissance future du trafic téléphonique.

Une station centrale est équipée d'un seul ensemble d'émetteur-récepteur. Le système ainsi constitué est économique par rapport à des systèmes comprenant des circuits en systèmes hertziens fixes de faible capacité reliés individuellement à plus de 3 stations. Dans l'exemple présenté à la Fig. 1, des répéteurs synchronisés peuvent être utilisés, pour certaines applications, entre la station centrale et les stations d'extrémité.

FIGURE 6
Modèle de brouillage



R: station de répéteurs
 S: poste d'abonné
 D: signal utile
 U: signal brouilleur
 Y: antenne omnidirectionnelle
 H: antenne directive

D06-sc

Les équipements d'émission et de réception des stations centrales et des stations d'extrémité sont les mêmes que ceux de systèmes hertziens fixes point à point, abstraction faite de la possibilité d'émettre et de recevoir des signaux par salve, de l'adjonction d'un circuit de commutation pour la porteuse émise en rafale et de circuits d'égalisation du rythme d'émission de la trame et du signal d'horloge.

5.2 Considérations relatives à la transmission de données

Pour la téléphonie, la partie message d'un signal AMRT contient un paquet de bits MIC à 64 kbit/s en mémoire pendant un intervalle de trame AMRT. Il n'est pas nécessaire d'utiliser le circuit de 64 kbit/s dans sa totalité pour assurer le trafic de données de manière efficace à des débits binaires inférieurs à 64 kbit/s. Avec des techniques multitrames, on peut subdiviser chaque circuit de 64 kbit/s pour augmenter le nombre de circuits de débit inférieur assignés en fonction de la demande et disponibles pour la transmission de données.

6 Type de trajet et caractéristiques des équipements radioélectriques

6.1 Observations générales

Il semble que l'on doit obtenir la solution la plus économique avec un trajet à visibilité directe ou presque directe (diffraction), ce qui permet d'utiliser des équipements transistorisés avec des puissances d'émission d'environ 0,5 W à 5 W. Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire d'avoir une puissance supérieure, surtout pour la station centrale du système par accès multiple.

Le recours à la technologie des microprocesseurs facilite les tâches de surveillance dans les systèmes par accès multiple, ce qui peut avoir une influence décisive dans l'exploitation des systèmes en région rurale. Il serait souhaitable que la surveillance effectuée au central ou ailleurs offre également la possibilité de contrôler les stations et les lignes d'abonné.

6.2 Stabilité de fréquence

Les tolérances devraient être conformes aux prescriptions du Règlement des radiocommunications. De préférence, ceci devrait être possible sans l'utilisation d'un contrôle thermostatique.

6.3 Antennes

Les antennes des stations d'abonnés devraient être simples, robustes et ne pas offrir une grande prise au vent. Compte tenu des difficultés d'accès aux sites éloignés, la fiabilité est une exigence primordiale. Pour les fréquences ne dépassant pas 1,5 GHz environ, une solution satisfaisante est fournie par les antennes Yagi, si elles sont bien conçues. Aux fréquences plus élevées, on peut utiliser d'autres types d'antennes tels que les hélices ou les réseaux de doublets avec réflecteur, suivant le gain nécessaire et la fréquence employée. Les cornets ont prouvé qu'ils permettent de faire un compromis acceptable entre le gain, la fiabilité et le coût aux fréquences égales ou supérieures à 1,5 GHz.

L'utilisation d'une antenne commune pour l'émission et la réception est en général plus économique, mais il faut prévoir dans ce cas un écart de fréquence plus important pour éviter le blocage du récepteur (par exemple, 3% à 5% de la fréquence moyenne). Il a été indiqué cependant que l'adoption d'un trop grand espacement entre les fréquences conduirait à des difficultés techniques, en raison de la limitation de la largeur de bande de certaines antennes.

Dans la station centrale du système par accès multiple où sont concentrés tous les abonnés de sa zone de service, il faut choisir l'antenne ou les antennes de telle manière que leurs caractéristiques de rayonnement soient adaptées, autant que possible, à la zone géographique à couvrir.

Les stations de répéteur comprennent deux antennes. La configuration la plus courante est celle d'une antenne directive orientée vers l'extrémité où se trouve le commutateur et d'une antenne omnidirectionnelle, ou, éventuellement, à faisceau large, permettant de desservir les stations d'abonnés locaux et d'établir la liaison avec les autres répéteurs (s'il y a lieu).

On peut parvenir à une utilisation plus efficace du spectre radioélectrique disponible en tirant parti du fait que les abonnés ruraux étant en position fixe, il est possible d'adopter des antennes directives, réduisant ainsi au minimum les brouillages réciproques.

6.4 Signalisation

En général, les systèmes devraient être transparents à la signalisation.

L'équipement doit être muni d'organes de signalisation appropriés, qui comprennent tous les dispositifs d'appel et de contrôle pour les types d'exploitation nécessaires.

La Recommandation UIT-R M.257 décrit un système d'appel sélectif qui pourrait être appliqué aux systèmes analogiques à accès multiple. Les systèmes numériques AMRT devraient utiliser normalement une combinaison de la signalisation sur voie commune et de la signalisation voie par voie.

En général, les systèmes radiotéléphoniques pour abonnés ruraux devront faciliter la transmission de la signalisation de tarification et celle du service téléphonique public.

6.5 Alimentation

L'UIT-T publia un document intitulé «Les sources primaires d'énergie» (édition de 1985) dans lequel il évoque ces problèmes.

D'une manière générale, les sources d'énergie non statiques (groupes électrogènes) devraient être éliminées en raison de la maintenance qu'elles nécessitent.

L'utilisation de l'énergie solaire présente un intérêt particulier, bien qu'il existe des cas où les conditions climatiques de certaines zones ne permettent pas d'y avoir recours.

Avec un système AMRT, une économie d'énergie est possible, du fait que l'émetteur n'est utilisé que pendant les intervalles de temps actifs. Des économies supplémentaires sont possibles en arrêtant le récepteur lorsqu'il est inactif, ce qui impose d'établir des cycles de fonctionnement compatibles avec le principe de signalisation adopté.

7 Installation

Les équipements radioélectriques peuvent être placés dans une armoire installée soit au sommet d'une structure supportant les antennes (ce qui diminue les pertes dans les câbles mais rend l'installation et la maintenance plus difficiles), soit au pied de cette structure, pour faciliter l'installation et la maintenance. Cette dernière formule est la seule pratique si l'armoire contient à la fois l'équipement radioélectrique et l'équipement de jonction avec la ligne. En général, l'équipement devra être petit, léger, robuste et facile à installer.

Les équipements placés dans des armoires installées à l'extérieur doivent avoir un fonctionnement fiable dans une grande gamme de températures. Une autre solution consiste à placer ces équipements dans des abris au-dessus de la surface du sol ou enterrés.

Dans les systèmes par accès multiple, l'équipement radioélectrique de l'abonné ou du répéteur est installé en application de l'une ou de l'autre méthode décrite dans le paragraphe précédent. Cependant, en ce qui concerne les équipements radioélectriques de la station centrale, il faudra peut-être prévoir une infrastructure plus développée, compte tenu du volume plus important des équipements, d'une consommation plus grande, etc.

8 Maintenance

En raison des difficultés d'accès aux équipements qui desservent les zones rurales, ces équipements doivent être aussi fiables ou plus fiables que les lignes terrestres. Certaines administrations ont réalisé des équipements d'abonnés dont la moyenne des temps de bon fonctionnement est supérieure à 10 ans.

Par ailleurs, il faut considérer que le personnel disponible pour la maintenance des équipements installés sur des sites isolés risque d'avoir un degré de qualification insuffisant. Le matériel doit donc être conçu pour que la maintenance sur place consistant à remplacer des cartes de circuits, des unités complètes ou à effectuer des réglages sur le terrain soit réduite au minimum, voire supprimée.

9 Objectifs de qualité et de disponibilité pour les services téléphoniques fournis par des liaisons radioélectriques du type VHF ou UHF dans le réseau d'abonné local et sur de longues distances

La Recommandation UIT-R F.697 examine les objectifs de qualité et de disponibilité pour les systèmes hertziens fixes numériques utilisés dans la section à «qualité locale» du RNIS, entre l'abonné et le central local. Ces systèmes sont généralement utilisés à la fois pour la distribution point à point et point à multipoint de services de télécommunications principalement aux entreprises. La Recommandation UIT-R F.697 sert également de guide général en matière de qualité en termes d'erreurs.

Il est important de considérer séparément les exigences opérationnelles et la nature de l'environnement relatives aux systèmes hertziens fixes numériques utilisés dans les réseaux locaux ruraux. Ces systèmes se caractérisent par de très longues distances allant jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres, de faibles densités d'abonnés (généralement moins de 0,1 abonné au km²), un fonctionnement dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques et par un besoin impératif d'assurer des services téléphoniques économiques. Dans la mesure du possible, les systèmes en question devraient offrir une qualité de transmission et une gamme de services normalement proposées aux abonnés des zones urbaines, mais qui, pour des raisons économiques ne devraient pas nécessairement être strictement alignés sur la Recommandation UIT-T G.821. Néanmoins, il serait souhaitable que, dans toutes les nouvelles Recommandations sur la qualité et la disponibilité on adopte, chaque fois qu'il convient, des critères existants en matière de définitions et de qualité.
