

RECOMMANDATION UIT-R F.387-9

Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens fonctionnant dans la bande des 11 GHz*

(Question UIT-R 136/9)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que, dans la bande des 11 GHz, les faisceaux hertziens analogiques d'une capacité maximale de 1800 voies téléphoniques, ou leur équivalent, ainsi que les faisceaux hertziens numériques d'une capacité maximale de 140 Mbit/s ou fonctionnant à des débits binaires synchrones, semblent réalisables sous réserve des conditions imposées par la pluviosité;
- b) que l'espacement entre les répéteurs ainsi que d'autres caractéristiques de conception des faisceaux hertziens fonctionnant dans cette bande doivent être déterminés compte tenu des facteurs météorologiques significatifs;
- c) qu'il est souhaitable de pouvoir interconnecter ces faisceaux hertziens aux fréquences radioélectriques sur des circuits internationaux;
- d) qu'une disposition uniforme des canaux radioélectriques pour les systèmes analogiques de petite et de grande capacité offre des avantages considérables;
- e) que, dans une bande de fréquences de 1000 MHz de largeur, il peut être souhaitable d'interconnecter jusqu'à douze canaux radioélectriques analogiques aller et douze canaux radioélectriques analogiques retour;
- f) que l'on peut réaliser des économies si on parvient à brancher jusqu'à douze canaux aller et douze canaux retour sur une antenne commune;
- g) que, dans certains cas, il peut être souhaitable d'intercaler des canaux radioélectriques additionnels avec ceux de la disposition principale;
- h) que les canaux devraient être disposés de manière à permettre l'utilisation pour des faisceaux hertziens analogiques d'une fréquence intermédiaire de 70 ou 140 MHz;
- j) qu'il est souhaitable d'envisager l'exploitation de systèmes numériques et de systèmes analogiques sur le même trajet;
- k) que les faisceaux hertziens numériques à une seule porteuse et à plusieurs porteuses (multiporteuses) sont, les uns et les autres, des moyens utiles pour l'obtention du meilleur compromis technique et économique en matière de conception des systèmes,

* Sous réserve d'accord entre les administrations intéressées, les systèmes d'une capacité de 2700 voies téléphoniques avec fréquence intermédiaire de 140 MHz et conformes au schéma principal du plan de fréquences défini dans la présente Recommandation peuvent être acceptés dans la bande des 11 GHz si besoin est dans des cas spéciaux.

3 que, lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des canaux radioélectriques analogiques pour des faisceaux hertziens auxiliaires, les fréquences préférées pour onze canaux aller et onze canaux retour, y compris les deux couples de canaux auxiliaires de la disposition principale et de la disposition intercalée, soient obtenues en adoptant:

$n = 2, 3, 4, \dots, 12$ dans la moitié inférieure de la bande;

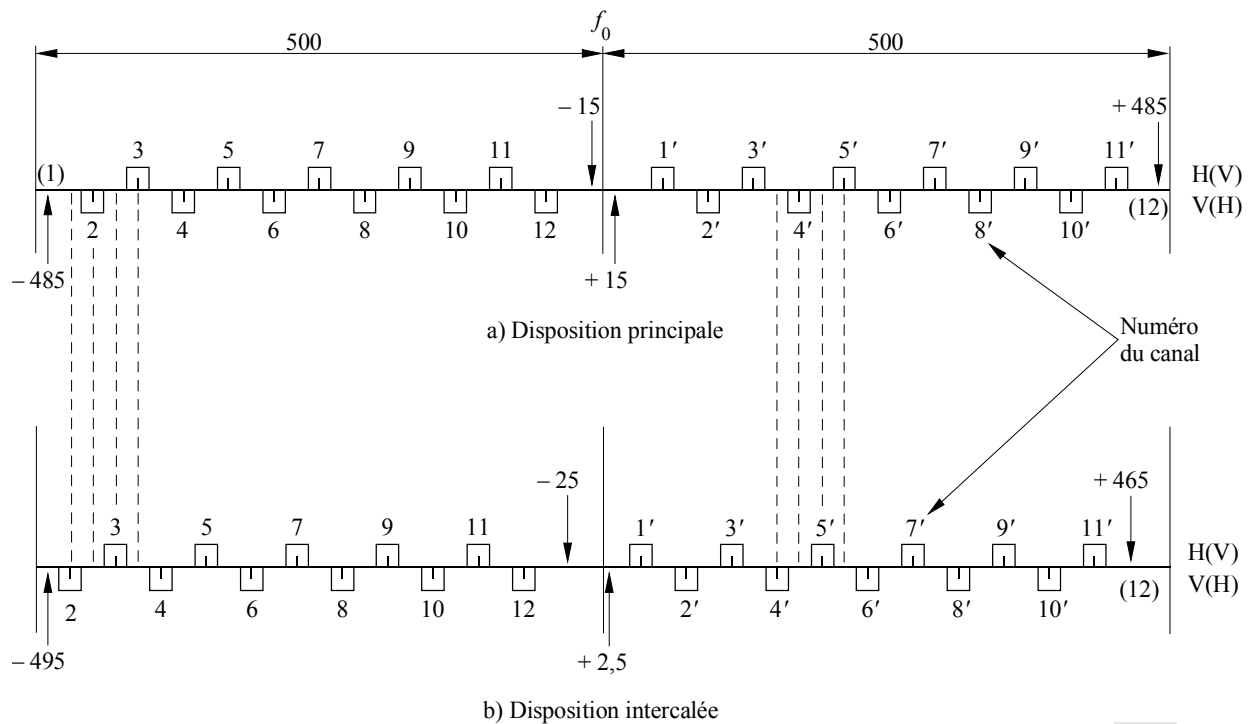
$n = 1, 2, 3, \dots, 11$ dans la moitié supérieure de la bande.

Les fréquences des faisceaux hertziens auxiliaires doivent être choisies comme suit (MHz):

	<i>Disposition principale</i>	<i>Disposition intercalée</i>
moitié inférieure de la bande	$f_0 - 485$	$f_0 - 495$
	$f_0 - 5$	$f_0 - 25$
moitié supérieure de la bande	$f_0 + 15$	$f_0 + 2,5$
	$f_0 + 485$	$f_0 + 465$

La disposition des fréquences radioélectriques est représentée sur la Fig. 2 qui indique également une disposition possible des polarisations.

FIGURE 2
Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens principaux et auxiliaires fonctionnant dans la bande des 11 GHz
(Fréquences en MHz)



4 que, sur la section où se fait l'interconnexion internationale, tous les canaux aller soient situés dans une moitié de la bande et tous les canaux retour dans l'autre moitié;

5 que, si, par exemple, on n'utilise que trois canaux aller et trois canaux retour sur une antenne commune émission-réception, on choisisse de préférence les fréquences des canaux (MHz) en adoptant:

$$\left. \begin{array}{l} n = 1, 5, 9 \text{ ou} \\ n = 2, 6, 10 \text{ ou} \\ n = 3, 7, 11 \text{ ou} \\ n = 4, 8, 12 \end{array} \right\} \text{ dans les deux moitiés de la bande}$$

6 que, pour des canaux radioélectriques analogiques adjacents dans une même moitié de la bande, on utilise, de préférence, alternativement des polarisations différentes;

7 que la valeur préférée de la fréquence centrale soit 11 200 MHz, d'autres fréquences centrales pouvant être utilisées après accord entre les administrations intéressées;

8 que, lorsqu'on doit utiliser les faisceaux hertziens numériques de capacité faible ou moyenne dans la bande des 11 GHz, la disposition des canaux radioélectriques soit conforme à celle des § 1 et 2 du *recommande* (voir la Note 7). Une description de cette disposition est donnée dans l'Annexe 1;

9 que, lorsqu'on doit utiliser, dans la bande des 11 GHz, des faisceaux hertziens numériques de grande capacité avec un débit binaire du même ordre de grandeur que les débits binaires de la hiérarchie numérique plésiochrone ou synchrone (voir la Note 4), la disposition des canaux radioélectriques utilise les fréquences centrales définies aux § 1, 2 et 3 du *recommande*. Une description de cette disposition figure dans l'Annexe 2;

10 qu'il est possible également d'utiliser, pour les faisceaux hertziens numériques, une disposition cocanal que l'on peut déduire des dispositions représentées dans les Fig. 1 et 2 en associant chaque canal à son homologue;

11 que, dans le cas d'une transmission multiporteuses (Voir la Note 5), l'ensemble des n porteuses soit considéré comme un seul canal. La fréquence centrale de ce canal est définie conformément au § 1 ou au § 2 du *recommande*, quelle que soit la fréquence centrale réelle des porteuses, qui peut varier pour des raisons techniques, en fonction de leur réalisation pratique. Le fonctionnement des systèmes multiporteuses est traité plus en détail dans l'Annexe 5.

NOTE 1 – Le canal 1 de la disposition intercalée, dans la moitié inférieure de la bande, dépasse l'extrémité inférieure d'une bande de 1 000 MHz; ce canal n'est donc pas toujours utilisable.

NOTE 2 – Le fonctionnement avec une seule antenne permet de transmettre douze canaux aller et douze canaux retour selon la disposition de la Fig. 1 et onze canaux aller et onze canaux retour selon la disposition indiquée à la Fig. 2a).

NOTE 3 – Il est reconnu que certaines administrations utilisent d'autres dispositions de canaux à 140 Mbit/s, comme l'indiquent les Annexes 3 et 4.

NOTE 4 – Les débits binaires bruts effectifs peuvent être supérieurs de 5% ou plus aux débits nets de transmission.

NOTE 5 – Un système multiporteuses est un système dans lequel n signaux de porteuses à modulation numérique ($n > 1$) sont émis (ou reçus) simultanément par le même équipement radiofréquences. La fréquence centrale doit être considérée comme la moyenne arithmétique des n fréquences porteuses du système multiporteuses.

NOTE 6 – Il faut tenir dûment compte du fait qu'un pays utilise une disposition des canaux basée sur un espacement de 60 MHz. Cette disposition est décrite dans l'Annexe 6.

NOTE 7 – Il faudra tenir dûment compte du fait que certains pays utilisent des dispositions différentes des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens de capacité moyenne ou faible. Ces dispositions sont décrites dans l'Annexe 7.

ANNEXE 1

Description de la disposition des canaux radioélectriques mentionnée au § 8 du *recommande*

1 L'application de la présente Recommandation permet d'obtenir des dispositions des canaux radioélectriques convenables pour les faisceaux hertziens numériques de faible ou moyenne capacités exigeant des espacements entre canaux de 40 MHz, si l'on établit des paires de canaux avec les deux polarisations sur la même fréquence.

2 La disposition préférée des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens numériques fournit onze canaux aller et onze canaux retour obtenus comme suit:

soit f_0 la fréquence centrale de la bande de fréquences occupée (MHz);

f_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la moitié inférieure de la bande (MHz);

f'_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la moitié supérieure de la bande (MHz);

les fréquences de chacune de ces paires de canaux sont exprimées alors par les relations suivantes:

$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 545 + 40 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_n = f_0 - 15 + 40 n \quad \text{MHz}$$

où:

$$n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 \text{ ou } 12.$$

3 Lorsque l'on est amené à ajouter des canaux radioélectriques numériques à un faisceau hertzien analogique existant qui n'est pas équipé à sa capacité maximale, on devrait de préférence utiliser pour ces canaux numériques le plan avec entrelacement du § 2 du *recommande* si les canaux analogiques sont conformes au schéma du § 1, et vice versa (la Fig. 3 est donnée à titre d'exemple).

Il est toutefois reconnu que, dans certains cas, il pourrait être possible d'ajouter des canaux numériques dans les parties inutilisées d'un plan analogique existant.

3 La disposition préférée des canaux radioélectriques qui fournit onze canaux aller et onze canaux retour selon le plan intercalé représenté à la Fig. 2b) est définie par:

$n = 2, 3, 4, \dots, 12$ dans la moitié inférieure de la bande;

$n = 1, 2, 3, \dots, 11$ dans la moitié supérieure de la bande (voir la Fig. 2b));

ou

$n = 2, 3, 4, \dots, 12$ dans la moitié supérieure de la bande (voir le § 2 du *recommande*).

4 La disposition préférée des canaux radioélectriques qui fournit douze canaux aller et douze canaux retour est fondée sur le § 2 ci-dessus, avec deux canaux supplémentaires comme l'indique la Fig. 4; elle est définie par la relation suivante:

moitié inférieure de la bande: $f_n = f_0 - 505 + 40 n$ MHz

moitié supérieure de la bande: $f'_n = f_0 - 15 + 40 n$ MHz

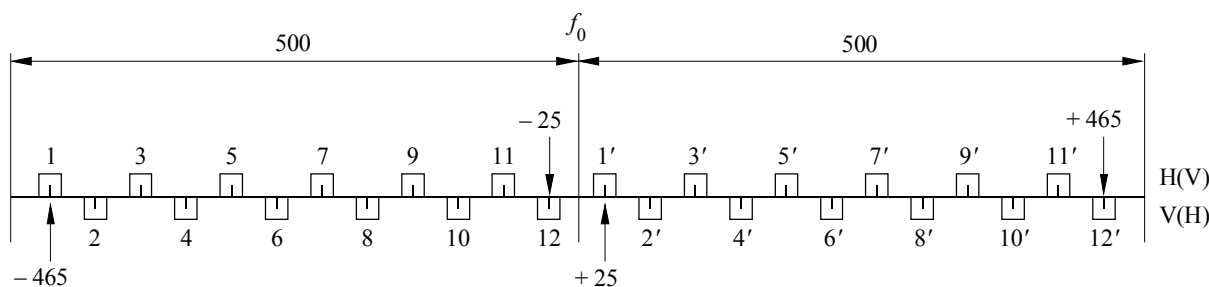
où:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$.

NOTE 1 – On considère en général que les canaux 1 et 12' avec bande de garde de 15 MHz, dans le schéma principal, ne conviennent pas aux faisceaux hertziens numériques de grande capacité avec une rapidité de modulation supérieure à une valeur comprise entre 25 et 30 MBd.

NOTE 2 – On considère, en général, que les canaux 12 et 1' avec espacement de 50 MHz, sur la Fig. 4, exigent des antennes distinctes s'ils sont exploités sur le même bond. Les brouillages entre les canaux 12 et 1' peuvent devenir plus intenses durant les périodes où les intensités de pluie sont élevées en raison de la rétrodiffusion due à la pluie. Il convient de prendre cet effet en considération dans les régions du monde où l'on rencontre de fortes intensités de pluie.

FIGURE 4
Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens numériques de grande capacité fonctionnant dans la bande des 11 GHz
(Fréquences en MHz)



ANNEXE 3

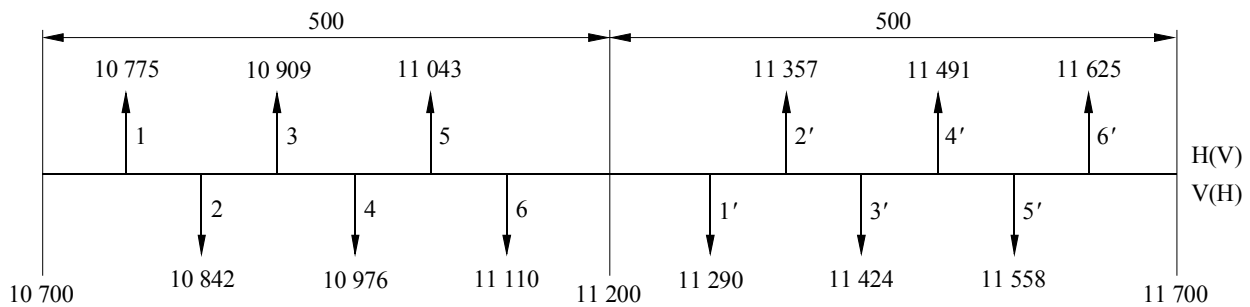
Disposition pratique des canaux radioélectriques dans le cas d'un système à modulation MDP-4

La disposition des canaux représentée sur la Fig. 5 est utilisée au Royaume-Uni en modulation MDP-4 sur les trajets de faisceaux hertziens existants (longueur maximale du bond: 65 km).

FIGURE 5

Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens numériques MDP-4

(Fréquences en MHz)



0387-05

ANNEXE 4

Disposition pratique des canaux radioélectriques dans le cas d'un système à modulation MDP-8

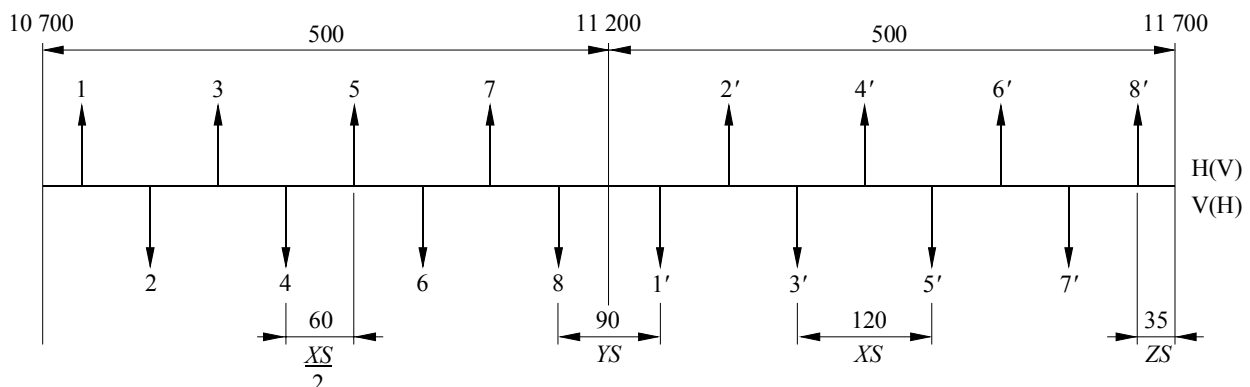
La disposition des canaux représentée sur la Fig. 6 est utilisée en France en modulation MDP-8.

Il faut noter que les fréquences centrales de cette disposition de canaux sont définies à partir de celles indiquées dans la présente Recommandation, l'espacement de 60 MHz entre canaux adjacents étant obtenu en choisissant alternativement une fréquence centrale du plan intercalé (canaux 1, 3, 5 et 7) et une fréquence centrale du plan principal (canaux 2, 4, 6 et 8).

FIGURE 6

Disposition des canaux radioélectriques pour un faisceau hertzien à 140 Mbit/s fonctionnant dans la bande 10,7-11,7 GHz

(Fréquences en MHz)



0387-06

ANNEXE 5

Description d'un système multiporteuses

Un système multiporteuses est un système dans lequel n signaux de porteuses à modulation numérique ($n > 1$) sont émis (ou reçus) simultanément par le même équipement radiofréquences.

Pour la transmission multiporteuses à grande capacité, la fréquence centrale du canal doit coïncider avec une des fréquences correspondantes des dispositions fondamentales des canaux spécifiées au § 1 ou au § 2 du *recommande*. L'espacement des canaux peut être un multiple entier des valeurs fondamentales définies au § 1 ou au § 2 du *recommande*. La compatibilité avec des configurations existantes doit être prise en compte lors du choix de la solution appropriée.

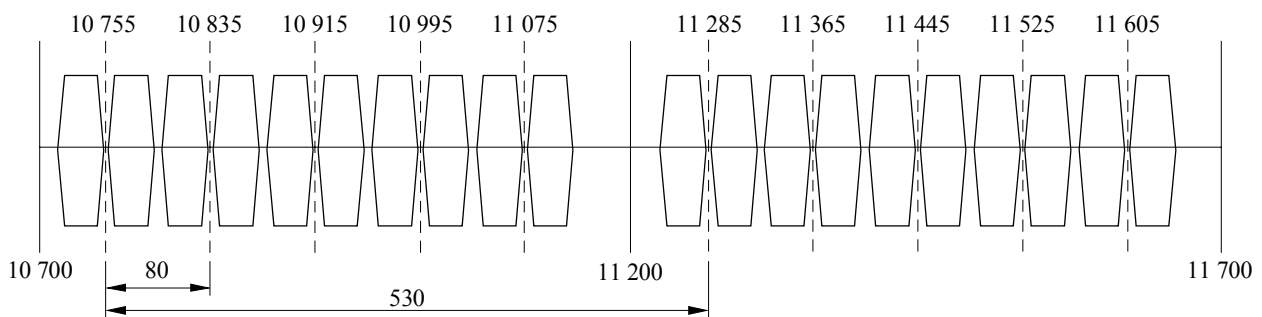
On trouvera plus loin un exemple de disposition de canaux de même polarisation dans le cas d'un système à deux porteuses utilisant la modulation MAQ-64.

La disposition des canaux représentée sur la Fig. 7 est utilisée pour un système à deux porteuses transmettant à $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s ($4 \times$ STM-1) au moyen de deux couples de porteuses utilisant les deux polarisations dans la disposition cocanal.

FIGURE 7

Disposition des canaux radioélectriques pour un faisceau hertzien transmettant à $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s ($4 \times$ STM-1) dans la bande 10,7-11,7 GHz avec un espacement de 80 MHz entre canaux. Utilisé en Suisse

(Fréquences en MHz)



0387-07

ANNEXE 6

Description de la disposition des canaux radioélectriques avec espacement de 60 MHz

La disposition des canaux radioélectriques dont il est question dans la Note 6, offrant seize canaux aller-retour dans la structure cocanal, est représentée sur la Fig. 8 de la manière suivante:

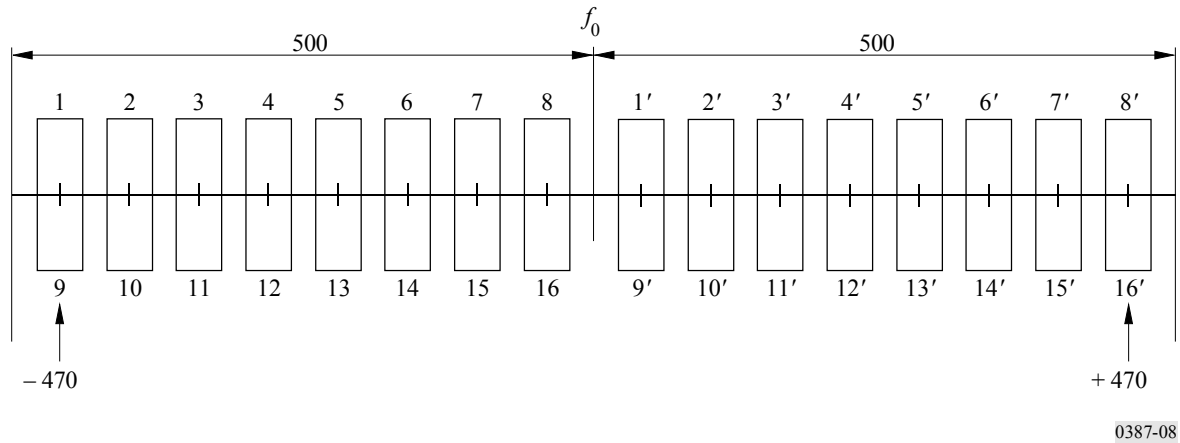
$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 470 + 60(n - 1) \quad \text{MHz}$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1) \quad \text{MHz}$$

où:

$$n = 1, 2, \dots 8.$$

FIGURE 8
**Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens
à grande capacité fonctionnant dans la bande des 11 GHz**
(Fréquences en MHz)



ANNEXE 7

Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens de capacité moyenne ou faible fonctionnant dans la bande 10 700-11 700 MHz avec un espacement des canaux de 10 ou de 5 MHz

Les dispositions des canaux radioélectriques avec un espacement de 10 ou de 5 MHz dont il est question dans la Note 7 du § 8 du *recommande* sont présentées dans la Fig. 9 et seront déterminées de la manière suivante:

Soit f_0 la fréquence centrale de la bande de fréquences occupée (MHz),
 f_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la moitié inférieure de la bande (MHz),
 f'_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la moitié supérieure de la bande (MHz);

- a) pour les systèmes à porteuses espacées de 10 MHz:
moitié inférieure de la bande: $f_n = f_0 - 505 + 10 n$
moitié supérieure de la bande: $f'_n = f_0 + 25 + 10 n$

où:

$$n = 1, 2, 3, \dots 47;$$

- b) pour les systèmes à porteuses espacées de 5 MHz:
moitié inférieure de la bande: $f_n = f_0 - 500 + 5 n$
moitié supérieure de la bande: $f'_n = f_0 + 30 + 5 n$

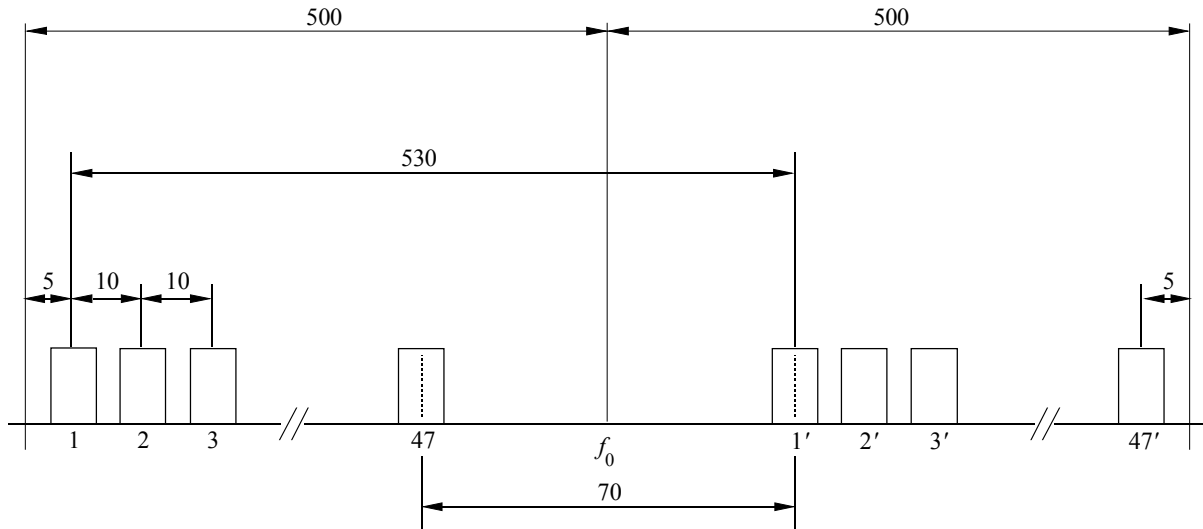
où:

$$n = 1, 2, 3, \dots 93.$$

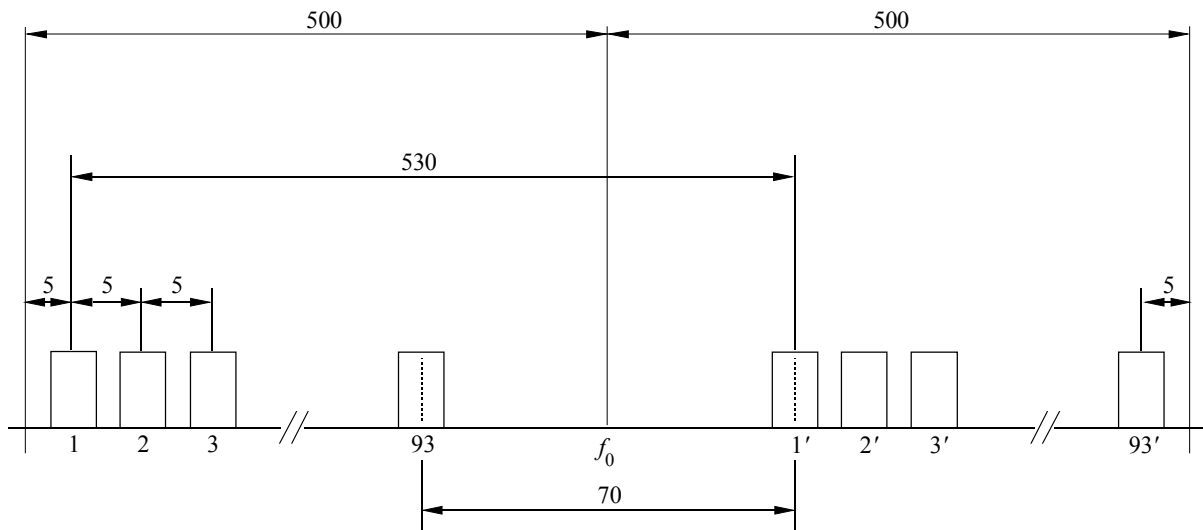
La fréquence centrale f_0 est de 11 200 MHz.

FIGURE 9

Dispositions des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens fonctionnant dans la bande 10,7-11,7 GHz
(Fréquences en MHz)



a) Pour systèmes à espacement des porteuses de 10 MHz



b) Pour systèmes à espacement des porteuses de 5 MHz

0387-09