

ITU-R F.387-10 التوصية

ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية العاملة في نطاق التردد 11 GHz

(المسألة ITU-R 136/9)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002-2006)

النطاق

تقدم هذه التوصية ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية (FWSs) العاملة في نطاق التردد 11 GHz (7,10-11 GHz)، التي يمكن استعمالها في تطبيقات الخدمة الثابتة للسعات الكبرى والمتوسطة والصغرى بما في ذلك البنية التحتية للهواتف المتنقلة. وتبلغ المباعدة بين القنوات الموصى بها في النص الرئيسي 40 MHz مع نطاقات حارس قدرها 15 و 55 MHz بالإضافة أيضاً إلى ترتيب ثانٍ يستعمل مباعدة بين القنوات قدرها 40 MHz ولكن بنطاق حارس قدره 35 MHz. وترد أيضاً في فقرة توصي عبر الإشارة إلى ملحقات عدة ترتيبات أخرى بمباعدات أخرى خلاف 40 MHz تستعمل في بعض البلدان.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن أنظمة رقمية في النطاق 11 GHz بسعة تصل حتى 140 Mbit/s أو تراتب رقمي متزامن أو معدلات بتات مكافئة تبدو قابلة للتحقيق، تبعاً لظروف هطول المطر؛
- ب) أن المباعدة بين المكررات بالإضافة إلى خصائص أخرى لتصميم النظام في مدى الترددات هذا يجب أن تدخل في حسابها عوامل الأرصاد الجوية الهامة؛
- ج) أنه من المرغوب به القيام بالتوصيل البيئي لمثل تلك الأنظمة بالترددات الراديوية على وصلات دولية؛
- د) أن النظامين الثابتين اللاسلكيين FWS وحيد الموجة الحاملة ومتعدد الموجة الحاملة يعدان مفهوميين مفيدتين للتحقيق أفضل توافق بين الاعتبارات التقنية والتشغيلية في مجال تصميم النظام،

توصي

1 بأنه ينبغي اشتقاق الترتيبات المفضلة لقناة التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية ذات السعة الكبرى بمعدل بتات تراتب رقمي لنظام تزامن متقارب الزمن أو نظام تراتب رقمي متزامن أو معدلات بتات متكافئة (الملاحظة 1) العاملة في النطاق 11 GHz على النحو التالي:

- ليكن f_0 هو تردد مركز نطاق الترددات المشغول (MHz)،
- f_n هو التردد المركزي لقناة تردد راديوي واحدة في النصف الأسفل من النطاق (MHz)،
- f'_n هو التردد المركزي لقناة تردد راديوي واحدة في النصف الأعلى من النطاق (MHz)،

1.1 أن مخططاً رئيسياً (يوفر لغاية اثنتي عشرة قناة بالذهاب والعودة) يوفر ترددات القنوات الفردية المعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{MHz} \quad f_n = f_0 - 525 + 40 n \quad \text{النصف الأسفل من النطاق:}$$

$$\text{MHz} \quad f'_n = f_0 + 5 + 40 n \quad \text{النصف الأعلى من النطاق:}$$

حيث:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$ في النطاقين الأسفل والأعلى على حد سواء (لترتيب اثنتي عشرة قناة بنطاقات الحارس ZS قدرها 15 MHz)،

أو $n = 2, 3, 4, \dots, 12$ في النصف الأسفل من النطاق، و

$n = 1, 2, 3, \dots, 11$ في النصف الأعلى من النطاق (لترتيب 11 قناة بنطاقات الحارس ZS قدرها 55 MHz)؛

ويرد ترتيب التردد في الشكل 1 (الملاحظتان 2 و3)؛

2.1 أن خياراً ثانياً لمخطط رئيسي (يوفر لغاية 12 قناة بالذهاب والعودة) بنطاقات الحارس ZS قدرها 35 MHz يوفر ترددات القنوات الإفرادية المعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{MHz} \quad f_n = f_0 - 505 + 40 n \quad \text{النصف الأسفل للنطاق:}$$

$$\text{MHz} \quad f'_n = f_0 - 15 + 40 n \quad \text{النصف الأعلى للنطاق:}$$

حيث:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$ ، تبعاً لعدد القنوات.

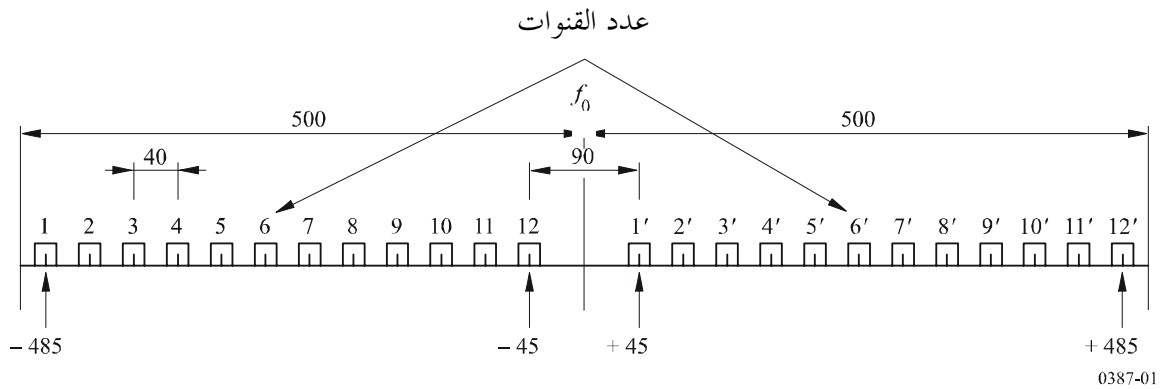
يوضح الشكل 2 ترتيب التردد، ويبين أيضاً ترتيب استقطاب محتمل.

الشكل 1

ترتيب قناة تردد راديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية ذات السعة الكبرى

العاملة في النطاق 11 GHz وفقاً للفقرة توصي 1.1

(تردد جميع الترددات بالوحدة MHz)

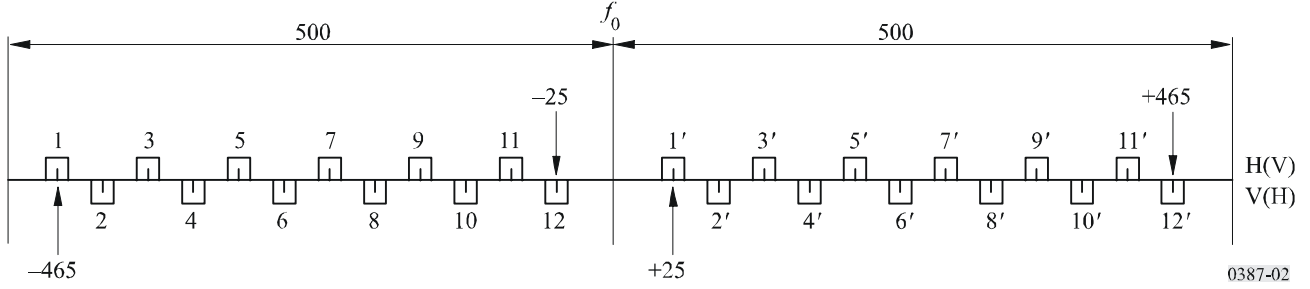


الشكل 2

ترتيب قناة تردد راديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية ذات السعة الكبرى

العاملة في النطاق 11 GHz وفقاً للفقرة توصي 2.1

(تردد جميع الترددات بالوحدة MHz)



- 2 أنه ينبغي أن تكون جميع قنوات الذهاب، على الجزء الذي يُرتب فيه التوصيل الدولي، في نصف واحد من النطاق، كما ينبغي أن تكون جميع قنوات العودة في النصف الآخر من النطاق؛
- 3 أنه يفضل استعمال استقطاب مختلف، على نحو تعاقبي، لقنوات التردد الراديوي المتجاورة في النصف نفسه من النطاق (انظر أيضاً الفقرة توصي 6)؛
- 4 أن التردد المركزي المفضل f_0 يساوي 11 200 MHz. كما يمكن استعمال ترددات مركزية أخرى عبر الاتفاق بين الإدارات المعنية؛
- 5 أنه عند استعمال أنظمة ثابتة لاسلكية رقمية ذات سعة صغيرة أو متوسطة في النطاق 11 GHz، ينبغي أن يكون ترتيب قناة التردد الراديوي طبقاً للمخطط الوارد في توصي 2.1 (انظر أيضاً الملاحظة 7)؛
- 6 أنه بالإمكان أيضاً استعمال ترتيب ذو استقطاب ثنائي لقناة مشتركة في أنظمة ثابتة لاسلكية رقمية يمكن أن تُشتق من الترتيبات الواردة في الشكلين 1 أو 2 من خلال تكميل كل قناة بنظيرتها؛
- 7 أنه في حالة توظيف إرسال متعدد الموجات (انظر الملاحظة 5)، سيُعدّ العدد الإجمالي للموجات الحاملة n بمثابة قناة وحيدة. وينبغي اشتقاق التردد المركزي لهذه القناة من الفقرة توصي 1، وإهمال الترددات المركزية الفعلية للموجات الحاملة الإفرادية، التي قد تكون مختلفة، لأسباب فنية، وفقاً لطرق تنفيذ عملية. ويتناول الملحق 2 تشغيل أنظمة الموجات الحاملة المتعددة بتفصيل أكبر.

الملاحظة 1 - قد تصل المعدلات الإجمالية الفعلية للبتات إلى 5 بالمائة أو أكثر من صافي معدلات بتات الإرسال.

الملاحظة 2 - يتيح استعمال هوائي منفرد 12 قناة بالذهاب و12 قناة بالعودة استناداً إلى ترتيب القناة الوارد في الشكل 1.

الملاحظة 3 - ينبغي إيلاء الاعتبار اللازم بأنه قد أوصي كذلك بترتيب آخر لقناة مشدرة بقنوات تردد راديوي تقل بمقدار 20 MHz عن المخطط الرئيسي الوارد في توصي 1.1 في النسخة السابقة من هذه التوصية واستعمل، على وجه خاص، في السابق في طرح شبكات القدرة المتوسطة الرقمية بالإضافة إلى الشبكات التناظرية الموجودة. وتقع القناة 1 من هذا الترتيب خارج حافة النطاق الأسفل، عند تردد 10,7 GHz، ووفقاً للرقم 340.5 من لوائح الراديو، فإن استعمالها يعتبر محظوراً. ومع ذلك، فقد يكون هذا الترتيب مستعملاً حتى الآن في بعض البلدان وفقاً للرقم 483.5 من لوائح الراديو.

الملاحظة 4 - من المعروف أن بعض الإدارات تستعمل ترتيبات قناة 140 Mbit/s بديلة كما ورد في الملحق 1.

الملاحظة 5 - يُعدُّ نظام متعدد الموجات الحاملة بمثابة نظام إشارات موجة حاملة مشكّلة رقمياً ويبلغ عددها n (حيث $n > 1$) تُرسل (أو تُستقبل) في آن واحد بواسطة جهاز التردد الراديوي ذاته. كما ينبغي اعتبار التردد المركزي بوصفه المتوسط الحسابي لعدد n من ترددات الموجة الحاملة الإفرادية للنظام متعدد الموجات الحاملة.

الملاحظة 6 - ينبغي الأخذ بالاعتبار أن ترتيب قناة مستند إلى فصل بين القنوات قدرة 60 MHz يُستعمل في أحد البلدان. ويرد هذا الترتيب في الملحق 3.

الملاحظة 7 - ينبغي إيلاء الاعتبار اللازم لحقيقة أنه يستخدم، في بعض البلدان، ترتيبات قناة تردد راديوي أخرى للأنظمة الرقمية ذات السعتين الوسطى والصغرى. ويرد في الملحق 4 وصفاً لترتيبات قناة الترددات الراديوية هذه.

الملحق 1

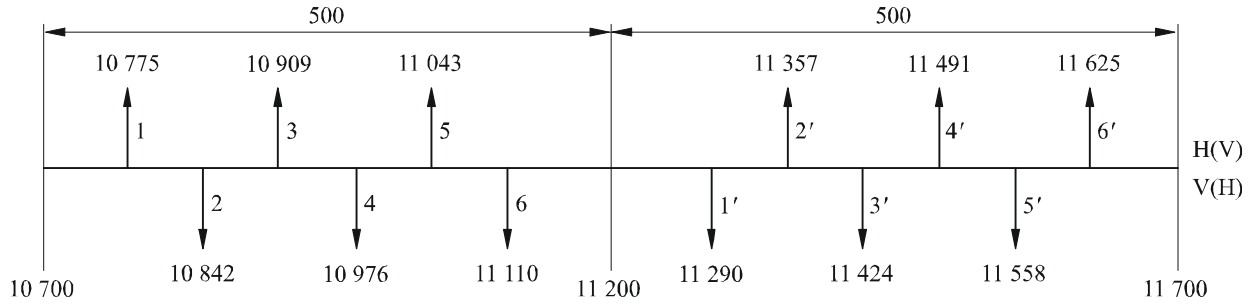
ترتيب قناة تردد راديوي عملي باستعمال نظام بتشكيل 4-PSK (الإبراق بزحزة الطور)

يُستعمل ترتيب القناة الموضح في الشكل 3 في المملكة المتحدة استناداً إلى تشكيل 4-PSK، وقد صمم الترتيب لاستعماله خلال التوصيلات اللاسلكية الثابتة الموجودة التي تتضمن أطوال قفز تصل إلى 65 كيلومتراً.

الشكل 3

ترتيب قناة تردد راديوي لنظام ثابت لاسلكي رقمي 4-PSK

(تردد جميع الترددات بالوحدة MHz)



0387-03

الملحق 2

وصف نظام متعدد الموجة الحاملة

يُعد نظام متعدد الموجة الحاملة نظاماً بإشارات موجة متعددة مشكلة رقمياً بعدد n (حيث $n > 1$) تُرسل (أو تُستقبل) في آن واحد بواسطة جهاز التردد الراديوي ذاته.

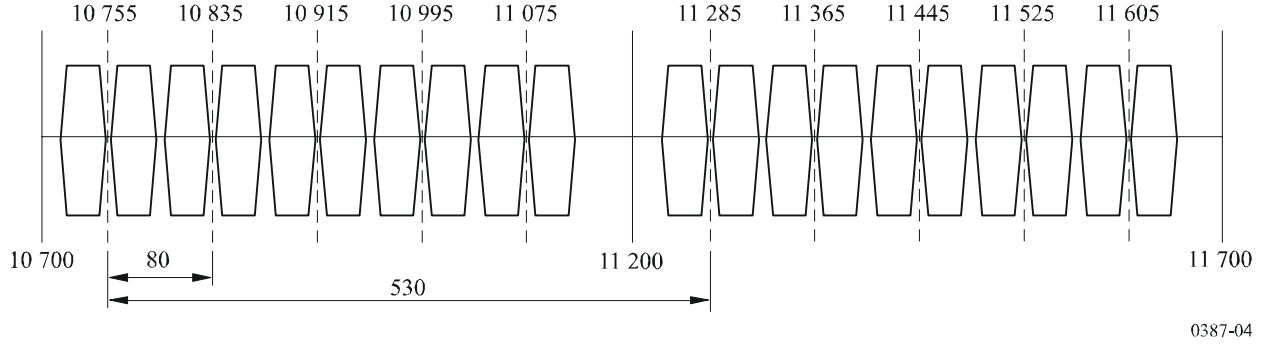
وبخصوص الإرسال متعدد الموجة الحاملة ذي السعة الكبرى، ينبغي للتردد المركزي للقناة أن يتطابق مع واحدة من الترددات المقابلة لترتيبات القناة الرئيسية الواردة في توصي 1.1 أو توصي 2.1. وقد تكون المباعدة بين القنوات مضاعفاً صحيحاً للقيم الأساسية المحددة في توصي 1.1 أو توصي 2.1. كما ينبغي الأخذ بالحسبان مسألة التوافق مع التشكيلات الموجودة عند اختيار البديل المناسب.

يرد أدناه مثلاً على ترتيب قناة القطب المشترك باستعمال نظام موجتين حاملتين مع QAM-64.

ويستند ترتيب القناة المعروض في الشكل 4 إلى استعمال نظام موجتين حاملتين يرسل $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s (STM-1 \times 4) خلال زوجين من الموجات الحاملة تستعمل كلا الاستقطابين، على حد سواء، في ترتيب القناة المشتركة.

الشكل 4

ترتيب قناة تردد راديوي لنظام ثابت لاسلكي $(STM-1 \times 4)$ Mbit/s $155,52 \times 2 \times 2$ يعمل بتباعد قناة 80 MHz في النطاق 11,7-10,7 GHz، كما هو معمول به في سويسرا (تردد جميع الترددات بالوحدة MHz)



الملحق 3

وصف ترتيب قناة التردد الراديوي 60 MHz

يوفر ترتيب قناة التردد الراديوي المشار إليه في الملاحظة 6، 16 قناة للذهاب والعودة استناداً إلى مخطط القناة المشتركة الموضح في الشكل 5 والمُعَرَّف على النحو التالي:

MHz $f_n = f_0 - 470 + 60(n - 1)$: النصف الأسفل من النطاق:

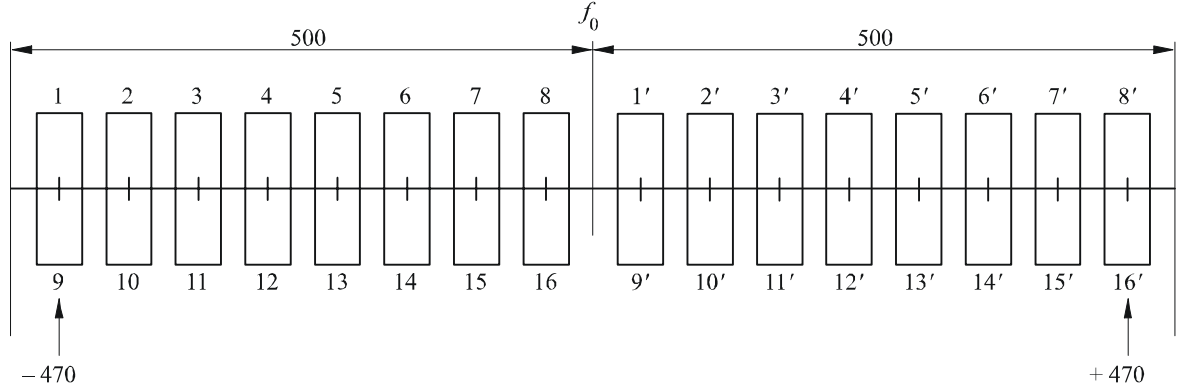
MHz $f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1)$: النصف الأعلى من النطاق:

حيث:

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

الشكل 5

ترتيب قناة تردد راديوي لأنظمة ثابتة لاسلكية رقمية ذات سعة كبرى عاملة في النطاق 11 GHz
(تر جميع الترددات بالوحدة MHz)



0387-05

الملحق 4

ترتيبات قناة التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية الرقمية ذات السعتين المتوسطة والصغرى
العاملة في النطاق 10 700-11 700 MHz مع مباعدة قناة قدرها 20 و 10 و 5 MHz

ترد ترتيبات قناة التردد الراديوي المشار إليها في الملاحظة 7 من الفقرة توصي 5 ذات مباعدة للموجة الحاملة 20 MHz و 10 MHz و 5 MHz في الشكل 6 وستشتق على النحو التالي:

ليكن:

f_0 هو تردد مركز ترددات النطاق المشغولة (MHz)،

f_n هو التردد المركزي لقناة تردد راديوي واحدة في النصف الأسفل من النطاق (MHz)،

f'_n هو التردد المركزي لقناة تردد راديوي واحدة في النصف الأعلى من النطاق (MHz)؛

لأنظمة ذات مباعدة موجات حاملة قدرها 20 MHz: (أ)

$$f_n = f_0 - 505 + 20n \quad \text{يكون النصف الأسفل من النطاق:}$$

$$f'_n = f_0 + 25 + 20n \quad \text{يكون النصف الأعلى من النطاق:}$$

حيث:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 23$$

لأنظمة ذات مباعدة موجات حاملة قدرها 10 MHz: (ب)

$$f_n = f_0 - 505 + 10n \quad \text{يكون النصف الأسفل من النطاق:}$$

$$f'_n = f_0 + 25 + 10n \quad \text{يكون النصف الأعلى من النطاق:}$$

حيث:

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

(ج) للأنظمة ذات مباعدة موجات حاملة قدرها 5 MHz:

$$f_n = f_0 - 500 + 5n$$

يكون النصف الأسفل من النطاق:

$$f'_n = f_0 + 30 + 5n$$

يكون النصف الأعلى من النطاق:

حيث:

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

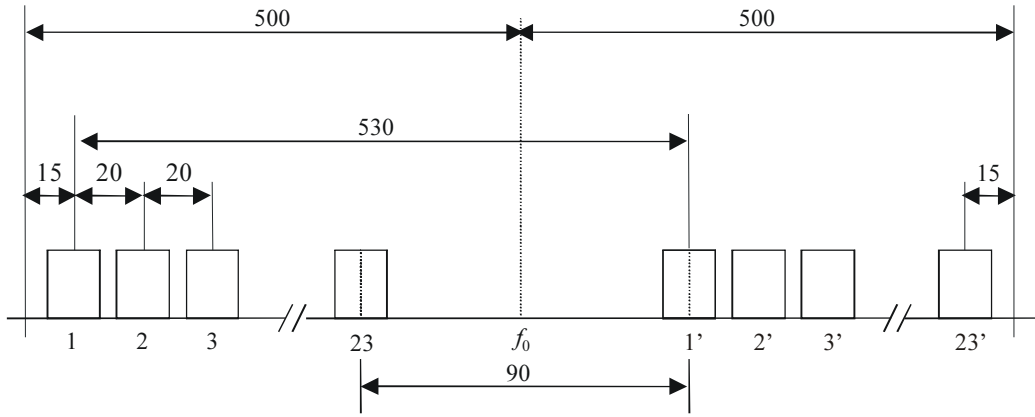
والتردد المركزي f_0 يساوي 11 200 MHz.

الشكل 6

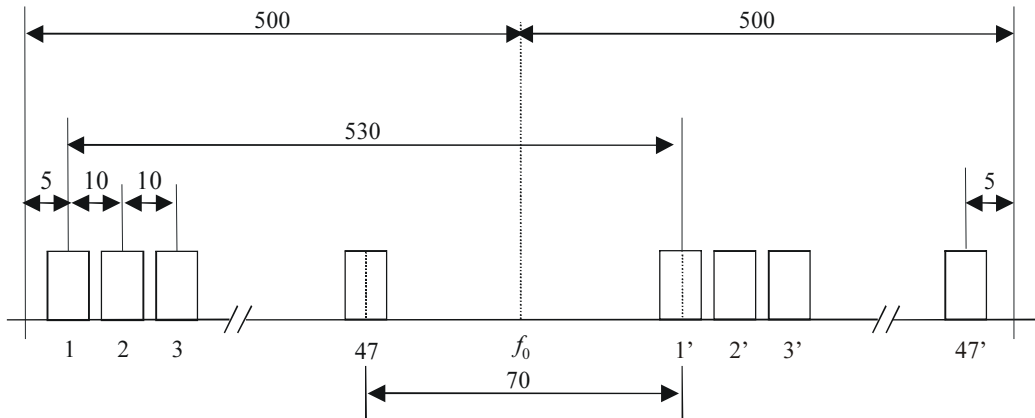
ترتيبات ترددات راديوية للأنظمة الثابتة اللاسلكية العاملة بتباعد قناة 20 MHz

و 10 MHz و 5 MHz في النطاق 11,7-10,7 GHz

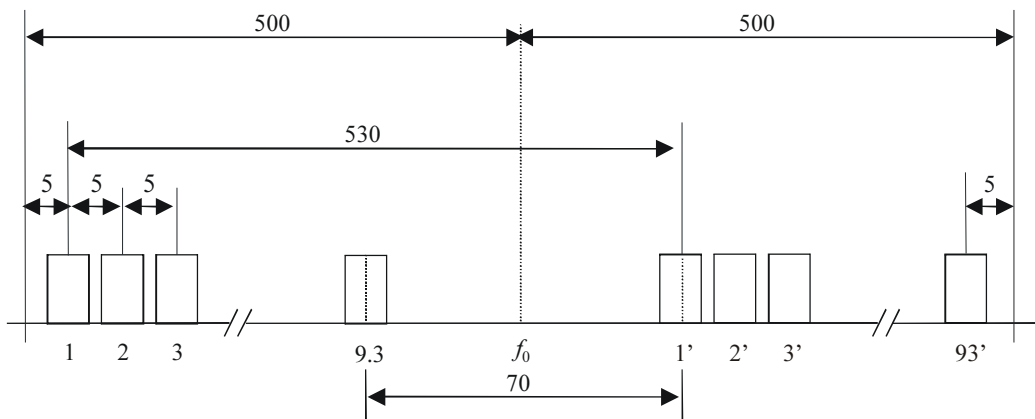
(تردد جميع الترددات بالوحدة MHz)



أ) للأنظمة ذات مبعادة موجة حاملة قدرها 20 MHz



ب) للأنظمة ذات مبعادة موجة حاملة قدرها 10 MHz



ج) للأنظمة ذات مبعادة موجة حاملة قدرها 5 MHz