

أساسيات الاتصالات

التعدد بتقسيم التردد

الوحدة الرابعة: التعدد بتقسيم التردد

Frequency Division Multiplexing (FDM)

• الهدف

عند نهاية هذه الوحدة باستطاعة المتدرب معرفة:

١. أن يتعرف على نظام التعدد.
٢. أن يتعرف على مختلف أنظمة التعدد.
٣. أن يفهم نظام التعدد بتقسيم التردد.
٤. أن يعرف الفرق بين أنظمة التعدد.
٥. أن يتعرف على تعدد القنوات الهاتفية.

* محتوى الوحدة الرابعة:

٤-١ مقدمة.

٤ - ٢ التعدد بالتقسيم التردد FDM.

٤ - ٣ تعدد القنوات الهاتفية.

٤ - ٣ تعدد القنوات الهاتفية.

عدد الساعات المطلوبة لتدريس هذه الوحدة : ٤ ساعات

١-٤ مقدمة Introduction

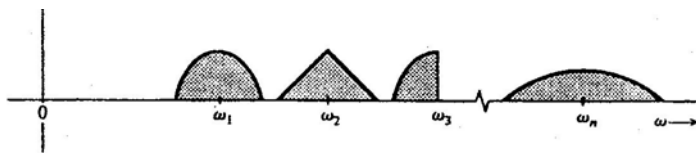
في أنظمة الاتصالات يستخدم نظام التعدد بشكل عام حيث يتم نقل عدة إشارات على قناة اتصال واحدة و في الاستقبال يتم فصل هذه الإشارات و إرسال كل واحدة إلى مقصدها (المكان المراد إرسالها إليها). و ينقسم التعدد إلى أقسام عدة ومن أهمها:

- ١- التعدد بتقسيم التردد FDM حيث يتقاسم عدد من الإشارات النطاق المسموح به لقناة الاتصال.
- ٢- التعدد بتقسيم الزمن TDM حيث يتم تقسيم زمن القناة بين عدد من الإشارات التي ترسل على نفس القناة.

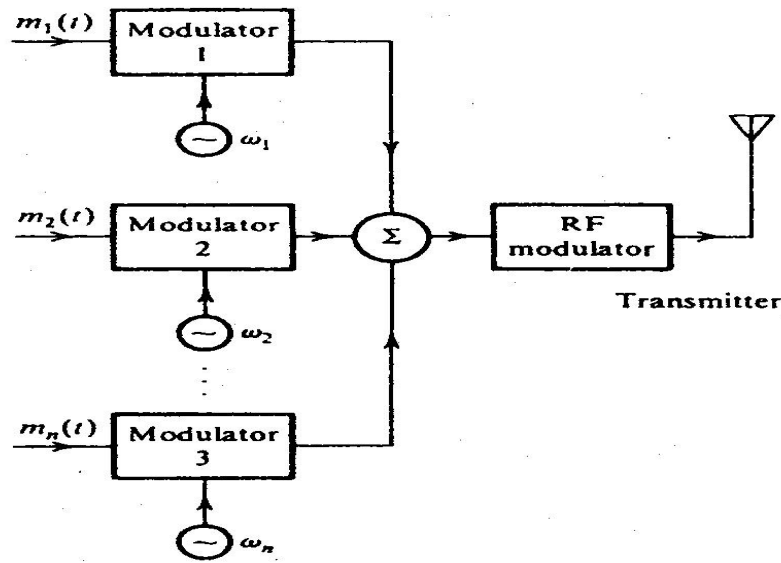
وبشكل عام يمكننا القول أن التعدد بتقسيم التردد مرتبط بالنظام التماثلي اما التعدد بتقسيم الزمن فهو مرتبط بالنظام الرقمي. لذلك سوف ندرس نظام التعدد بتقسيم التردد في هذه الوحدة اما التعدد بتقسيم الزمن فسوف يدرس في أساسيات الاتصالات الرقمية.

٤- ٢ التعدد بالتقسيم التردد FDM

يقوم التعدد بتقسيم التردد على مبدأ اشتراك عدد من الإشارات النطاق المسموح به لقناة الإتصال. ويتم تعديل كل هذه الإشارات بإستعمال موجة حاملة لها تردد مختلف عن تردد الإشارات الأخرى ويتم فصل الترددات المختلفة لهذه الموجات فصلاً كافياً بمقدار (التردد الحارس f_g) لكي يمنع حدوث التداخل بين أطيايف مختلف هذه الإشارات المعدلة وتعرف هذ الموجات الحاملة بالموجات الفرعية. يوضح الشكل (٤- ١) توزيع الإشارات على الطيف الترددي لعملية تعديل الإشارات المختلفة بإستخدام التعدد بتقسيم التردد. اما الشكل ٤- ٢ فيوضح عملية دمج هذه الإشارات في جهاز الإرسال.



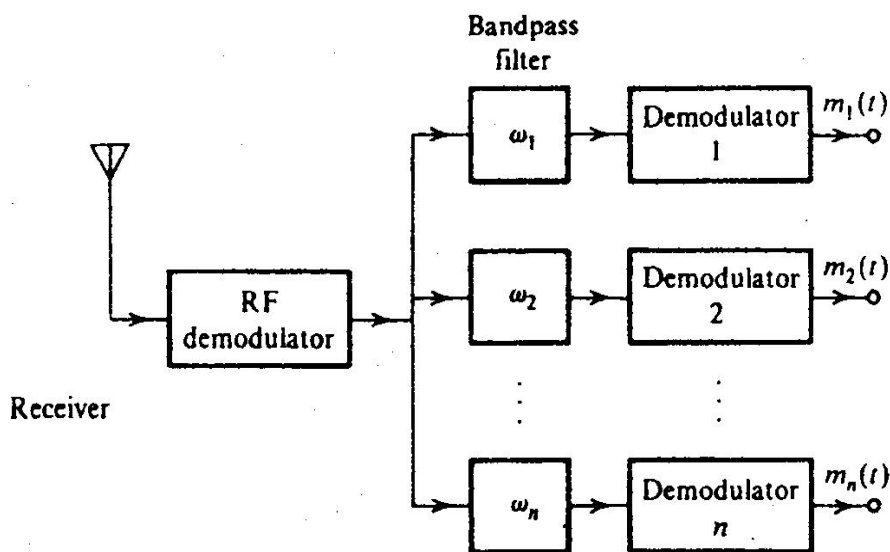
الشكل ٤- ١ توزيع الإشارات على خط الاتصال الترددي



الشكل ٤ - ٢ التعدد بتقسيم التردد إرسال

وعند إضافة كل أطيايف الإشارات بعد التعديل نحصل على إشارة مركبة يمكن اعتبارها إشارة نطاق أساسي تدخل في تعديل موجة حاملة لها تردد مرتفع (تردد الراديو) بغرض الإرسال.

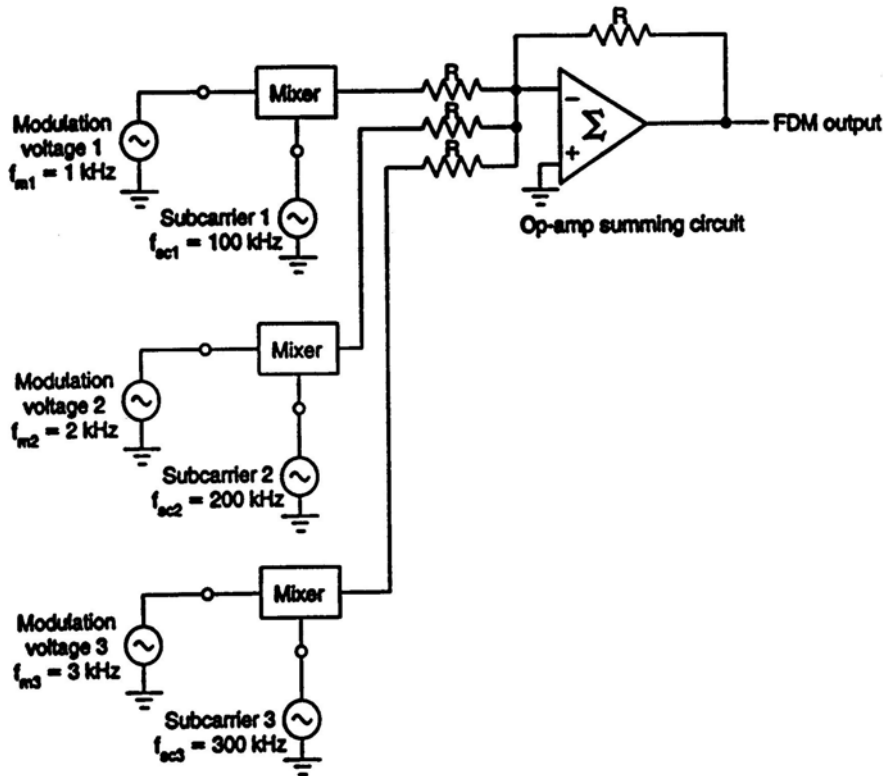
و في جهاز الاستقبال يتم استخلاص الاشارات المعدلة عن طريق الموجة الحاملة ذات التردد العالي لكي تمر على مرشحات الإمرالر النطاقي لفصل كل اشارة على حدة ومن ثم يتم استخلاص كل إشارة عن طريق الموجة الحاملة الفرعية الخاصة بها. الشكل ٤ - ٣ يوضح عملية فك عملية الدمج للإشارات و التي تحدث هذه في جهاز الإستقبال.



الشكل ٤ - ٣ التعدد بتقسيم التردد إستقبال

مثال ٤ - ١

في الشكل ٤ - ٤ يوجد ثلاث إشارات جيبيه نريد إرسالهم باستخدام قناة اتصال واحدة عن طريق التعدد بتقسيم التردد حيث:



الشكل ٤ - ٤ دائرة خاصة بنظام التعدد بتقسيم التردد

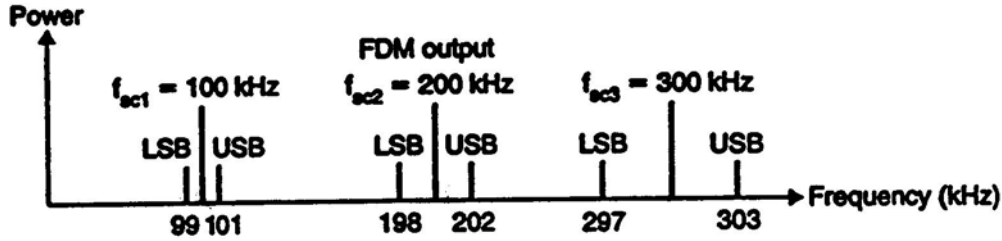
- ١- الإشارة الاولى لها تردد $f_{m1} = 1 \text{ KHz}$ وحملت على تتردد $f_{c1} = 100 \text{ KHz}$.
- ٢- الإشارة الثانية لها تردد $f_{m2} = 2 \text{ KHz}$ وحملت على تتردد $f_{c2} = 200 \text{ KHz}$.
- ٣- الإشارة الاولى لها تردد $f_{m3} = 3 \text{ KHz}$ وحملت على تتردد $f_{c3} = 300 \text{ KHz}$.
- ٤-

المطلوب:

- أ- ارسم الطيف الترددي عند الخرج الخاص بالتعدد بتقسيم التردد.
- ب- عرض النطاق الخاص بكل إشارة.
- ت- قيمة التردد الحارس بين الإشارة الاولى والثانية (f_{g1}) و قيمة التردد الحارس بين الإشارة الثانية والثالثة (f_{g2})
- ث- عرض النطاق الكلي BW_T بطريقتين.

الحل

أ- الطيف الترددي عند قناة الاتصال (خرج التعدد بتقسيم التردد)



ب- عرض النطاق للإشارة الاولى:

$$BW_1 = (101 - 99) K = 2 \text{ KHz}$$

عرض النطاق للإشارة الثانية:

$$BW_2 = (202 - 198) K = 4 \text{ KHz}$$

عرض النطاق للإشارة الاولى:

$$BW_1 = (303 - 297) K = 6 \text{ KHz}$$

ت- قيمة التردد الحارس بين الإشارة الاولى و الثانية (f_{g1}) هي:

$$f_{g1} = (198 - 101) K = 97 \text{ KHz}$$

قيمة التردد الحارس بين الإشارة الثانية و الثالثة (f_{g2}) هي:

$$f_{g2} = (297 - 202) K = 95 \text{ KHz}$$

ث- الطريقة الاولى: عرض النطاق الكلي هو

$$BW_T = (303 - 99) K = 204 \text{ KHz}$$

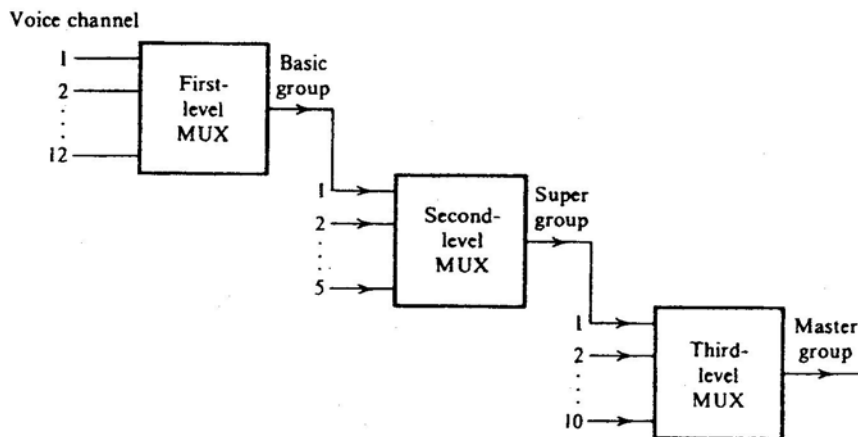
الطريقة الثانية: عرض النطاق الكلي هو

$$BW_T = BW_1 + BW_2 + BW_3 + f_{g1} + f_{g2} \\ = (2 + 4 + 6 + 97 + 95) K = 204 \text{ KHz}$$

Telephone-Channel Multiplexing

٤- ٣ تعدد القنوات الهاتفية

وضعت الهيئة الاستشارية الدولية للبرق والهاتف مقياس نظام التعدد بتقسيم التردد و الذي يوفر مرونة لا يستهان بها في عمل الترفيعات ، وإسقاط أو ادخال مجموعة من القنوات عند نقاط مختلفة على طول المسار و هذا النظام معمول به إلى عهد قريب. يوضح الشكل ٤- ٥ نموذج من الترتيب الهاتفية لنظام التعدد بتقسيم التردد و المتبع في أمريكا الشمالية و المنقسم إلى ثلاث أقسام رئيسية: المجموعة الأساسية، المجموعة الكبيرة، و المجموعة الرئيسية.



الشكل ٤ - ٥ نموذج من الترتيب الهاتفية لنظام التعدد بتقسيم التردد و المتبع في أمريكا الشمالية.

Basic Group

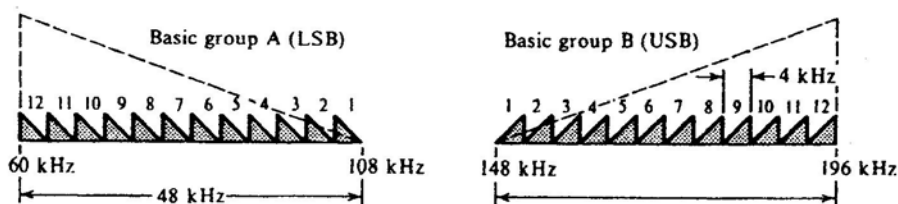
المجموعة الأساسية

تتكون المجموعة الأساسية من اثنتي عشرة قناة صوتية جمعت حسب نظام التعدد بتقسيم التردد و باستخدام تضمين النطاق المفرد ، و يبلغ عرض نطاق كل منها ٤ كيلوهرتز كما هو موضح في الشكل ٤ - ٦ .



الشكل ٤ - ٦ طيف إشارة النطاق الأساسي

ويستخدم في هذه المجموعة الأساسية أطيايف النطاق الجانبي السفلي وتشغل نطاقاً يمتد من ٦٠ إلى ١٠٨ كيلو هرتز و هناك شكل بديل لهذه المجموعة من ١٢ إشارة صوتية يستخدم النطاق الجانبي العلوي وتشغل نطاقاً يمتد ١٤٨ إلى ١٩٦ كيلو هرتز كما في الشكل ٤ - ٧ .

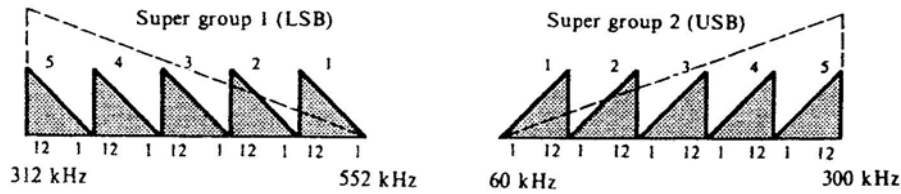


الشكل ٤ - ٧ المجموعة الأساسية و المكونة من ١٢ قناة.

Super Group

المجموعة الكبيرة

تشكل المجموعة الكبيرة المكونة من ٦٠ قناة عن طريق دمج خمس مجموعات أساسية ، وتشغل حيزاً يمتد من ٣١٢ إلى ٥٥٢ كيلو هرتز. أما التشكيل البديل لهذه المجموعة فيستخدم الأطيايف الجانبية العلوية كما هو موضح في الشكل ٤ - ٨ .

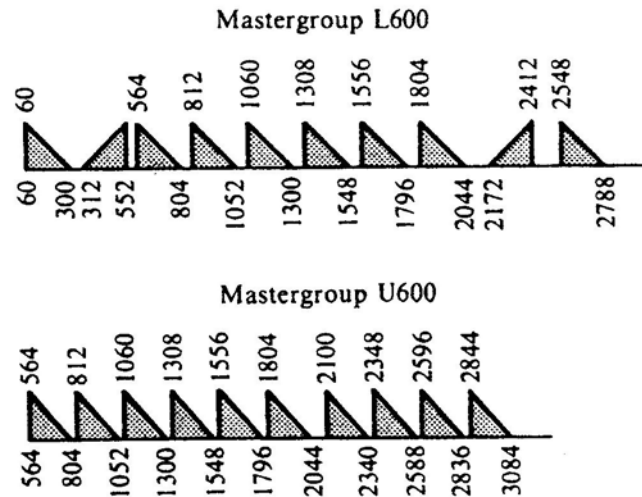


الشكل ٤- ٨ المجموعة الكبيرة و المكونة من ٦٠ قناة.

Master Group

المجموعة الرئيسية

تتكون المجموعة الرئيسية من ٦٠٠ قناة عن طريق ضم (١٠) مجموعات كبيرة. و يوجد شكلان رئيسيان قياسيان للمجموعة هما U600 L600 كما يتضح في الشكل ٤- ٩.



الشكل ٤- ٩ المجموعة الرئيسية و المكونة من ٦٠٠ قناة.

اما بالنسبة إلى أنظمة النقل الحديثة الواسعة النطاق فتستطيع أن تنقل من المكالمات ما يفوق ماتنقله المجموعات الرئيسية (المكونة من ٦٠٠ قناة). على سبيل المثال نظام L3 حامل و نظام TH الميكرووفي تنقل ١٨٦٠ قناة صوتية. ام نظام L4 فينقل ٣٦٠٠ قناة صوتية.

تمارين

التمرين الأول

ما الفائدة من استخدام نظام التعدد في أنظمة الاتصالات؟

التمرين الثاني

إذكر أهم أنواع التعدد؟

التمرين الثالث

ما هو المبدأ الذي يقوم عليه نظام التعدد بتقسيم التردد؟

التمرين الرابع

علل وجود (التردد الحارس f_g) في نظام التعدد بتقسيم التردد؟

التمرين الخامس

اشرح كيفية إرسال أكثر من إشارة باستخدام قناة اتصال واحدة؟ ثم اشرح كيفية استقبالها؟

التمرين السادس

أعد حل مثال ٤ - ١ إذا كان لدينا الإشارات الجديدة التالية:

- ١- الإشارة الاولى لها تردد $f_{m1}=5 \text{ KHz}$ وحملت على تردد $f_{c1}=150 \text{ KHz}$.
- ٢- الإشارة الثانية لها تردد $f_{m2}=20 \text{ KHz}$ وحملت على تردد $f_{c2}=400 \text{ KHz}$.
- ٣- الإشارة الاولى لها تردد $f_{m3}=30 \text{ KHz}$ وحملت على تردد $f_{c3}=500 \text{ KHz}$.