المحاضرة الحادية عشر

التعديل وإزالة التعديل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- المعلومات التي يمكن إرسالها علي أي منظومة اتصالات راديوية عادة تكون في شكل صوت أو صورة أو فديو
- هذه البيانات ترسل علي شكل إشارات ذات نطاق قاعدي وتكون ضعيفة لذلك لا بدأ من حملها علي إشارة ذات تردد عالي وتسمي هذه العملية بالتعديل أو التضمين
- هذه الإشارة يحدث لها عملية تحويل إلي تردد أعلي وبذلك تسهل عملية انتشارها من خلال الوسط الناقل
- عند جهة إستلام الإشارة يجب أن يكون هنالك عملية إزالة التعديل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- التضمين أو التعديل هو عبارة عن عملية يتم فيها تحميل إشارة المعلومات أو الإشارة المضمِنة modulating signal ذات التّردد المُنخفض على إشارة حامل carrier signal ذات تردد مُرتفع، بحيث يتم جعل أحد باراميترات (محددات) إشارة الحامل يتغير مع التغير اللحظي لإشارة المعلومات وتنتج بذلك أشارة مضمَنة modulated signal موائمة مع قناة الإرسال

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- (الباراميترات الأساسية للإشارة هي المطال والتردد والطور). عملية التحميل تتم عملياً عبر ضرب الإشارتيِن في المَجال الزمنيّ،
- وتتم هذه العمليات عبر داراتٍ إلكترونية تعتمد في بنيتها على نوعٍ خاص من الدارات والبوابات المنطقية تدعى المضمنات Modulators.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

❑ أهمية التضمين

- ✓ الحصول على أبعاد معقولة لهوائيات الإرسال كي نستطيع إرسال الإشارة بشكلٍ جيد وذلك لأن طول هوائي الإرسال والإستقبال يتناسب طرديا مع طول الموجة المُرسلة وعكسيا مع قيمة التردد.
- ✓ إستحدام القناة لنقل عدة إشارات بنفس الوقت، ويطلق على هذه العملية إسم التعادد أو الدمج Multiplexing .
- ✓ تقليل التشويش والحصول على توازن أفضل بين الإشارة التي نريد إرسالها أي إشارة المعلومات بالنسبة لإشارة الضجيج SNR

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- بالنسبة لأنظمة الاتصالات الرقمية يستخدم المودم لعملية التعديل وإزالة التعديل
- عملية التعديل تجري للاتصالات الأرضية وكذلك الفضائية
- التعديل ينقسم إلي:-

i. تعديل تماثلي ويشمل AM,FM,PM

ii. تعديل رقمي ويشمل ASK,FSK,PSK,QAM

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- بالنسبة لأنظمة الاتصالات الرقمية يستخدم المودم لعملية التعديل وإزالة التعديل
- عملية التعديل تجري للاتصالات الأرضية وكذلك الفضائية
- التعديل ينقسم إلي:-

i. تعديل تماثلي ويشمل AM,FM,PM

ii. تعديل رقمي ويشمل ASK,FSK,PSK,QAM

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- حيز الترددات الذي يمكن أن يسمع بواسطة أذن الإنسان في حدود 20 kHz
- أما ترددات الصوت speech في حدود 300 to 3400 Hz الذي يستخدم لنقل الصوت عبر شبكة الهاتف
- أقل جودة للإشارة التماثلية حددت بواسطة CCITT يمكن استلامها تكون في حدود 50 dB لإشارة نقمة اختبار لأقصي قدرة ضوضاء عبارة عن 10000 p watts

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- من خصائص الصوت أن له حيز متغير dynamic range حتى 50 dB ليغطي الصوت من الهمس حتى الأصوات العالية
- بالنسبة للاتصالات الرقمية فإن جودة الصوت تعتمد علي عدد البتات التي تم إرسالها في الثانية الواحدة وعدد البتات التي حدث بها خطأ BER
- معدل الأخطاء BERهو الذي يحدد جودة الصوت والحد المعقول لجودة الصوت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- في التراسل الرقمي يكون في حدود 10^{-4} (أي خطأ واحد في كل 10000 bit) وبعض الأنظمة يكون في حدود 10^{-5}

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات البيانات

- هذه الإشارات يمكن تقسيمها إلي ثلاث حسب عرض نطاقها

i. عرض نطاق ضيق $\leq 300b/s$

ii. عرض نطاق بيانات الصوت $300b/s - 16k\,b/s$

iii. عرض نطاق واسع $> 16\,kb/s$

- الأنظمة الحديثة التي تعمل في عرض نطاق واسع تصل سرعتها إلي 64kb/s
- الأقمار من النوع Inmarsat تصل سرعتها إلي 56kb/s في نقل البيانات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات البيانات

- هذه البيانات ذات السرعات العالية تحتاج إلي قناة صوتية وبتردد مخصص ومودم خاص
- خلال عملية التراسل لهذه البيانات ذات السرعات العالية فإن المحطة الأرضية تحتاج إلي زيادة في EIRP بمقدار 2dB لاستخدام المعدل QPSK بدلاً عن معدل الصوت FM
- أنظمة الأقمار Intelsat من النوع Intermediate Data Rate IDR مناسب لشبكات الخدمات الرقمية التي يصل معدل تراسل البيانات فيها إلي 45Mbps - 64Mbps

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات البيانات

- بالنسبة للمحطات الأرضية الكبيرة ذات السرعات العالية يستخدم مصحح الأخطاء Forward Error Correction FEC مع استخدام تشفير convolutional واستخدام فيتربي Viterbi لإزالة التشفير

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات الفيديو

- الصور التلفزيونية تتكون من إشارات كهربية نتيجة لمسح الصورة بمعدل مناسب
- عملية المسح للصورة تكون في شكل زق زاق zig zag
- عملية المسح الواحدة للصورة تسمي حقل Field
- عملية المسح للإشارات التلفزيونية لأي صورة تحتاج إلي استخدام حقلين متتالين كل حقل يتبع الأخر
- بمعدل مسح عبارة عن 50 إلي 60 في الثانية الواحدة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات الفيديو

- 50 حقل في الثانية يمثل القياس الأوروبي و60 حقل في الثانية يمثل القياس الأمريكي
- الصورة التلفزيونية تتكون من 625 خط للقياس الأوروبي و525 خط للأمريكي
- إذا كان الصورة لها ارتفاع عبارة H وعرض عبارة عن W فإن أصغر عنصر من تلك الصورة يسمي Pixel
- إذا كان عدد الخطوط في الإطار عبارة عن عبارة عن N فإن ارتفاع الخط عبارة عن H/N

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات الفيديو

- عدد الـ Pixel في الاتجاه الأفقي عبارة عن aN عبارة عن (W/H)=4/3
- العدد الكلي للخطوط في الحقل الواحد عبارة عن N/2 وتردد الحقل عبارة عن 2P في الثانية الواحدة حيث P هي معدل تكرار الصورة في الثانية الواحدة
- عدد الخطوط الناتج في الثانية الواحدة عبارة عن

$$N/2 \times 2P = NP$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إشارات الفيديو

- لا بدأ من وجود نبضة تزامن synchronization pulse عند نهاية كل خط تعطي بالعلاقة الآتية

$$f_h = NP \;\; pulse/\sec ond$$

- زمن الخط عبارة عن $1/f_h = t_h$
- أعلي تردد للفيديو تعطي بالعلاقة الآتية

$$f = (aN/2)/t_h$$

- تتكون الإشارة التلفزيونية من أربعة عناصر هي:- ***الصوت وشدة اللمعان والتزامن للمسح الأفقي والرأسي والألوان***

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

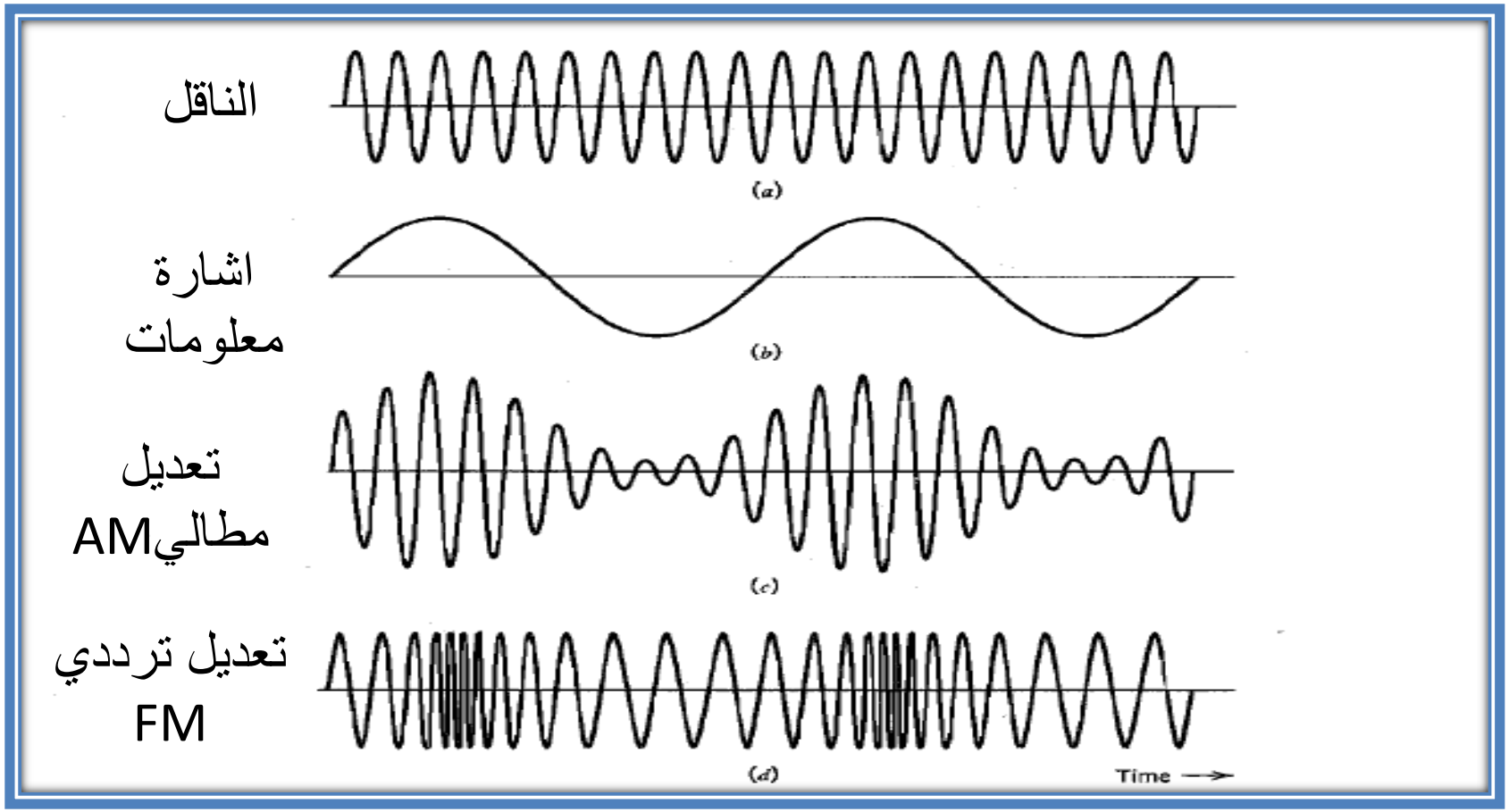
التضمين التماثلي

تكون فيه إشارة المعلومات المرسلة إشارة تماثلية وله عدة أنواع تسمى بناءا على التغيير الذي يحصل لباراميترات(محددات) الإشارة الحاملة إما تغيير في المطال وبذلك يكون تضمين المطال Amplitude (AM) Modulation إما تغيير في التردد وهو التضمين الترددي Frequency Modulation (FM)أو تغيير في الطور وهو التضمين الطوري Phase Modulation (PM).

$$X_c(t) = A(t)\cos\{\omega_c t + \phi(t)\}$$

$$\omega_c = 2\pi f_c$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

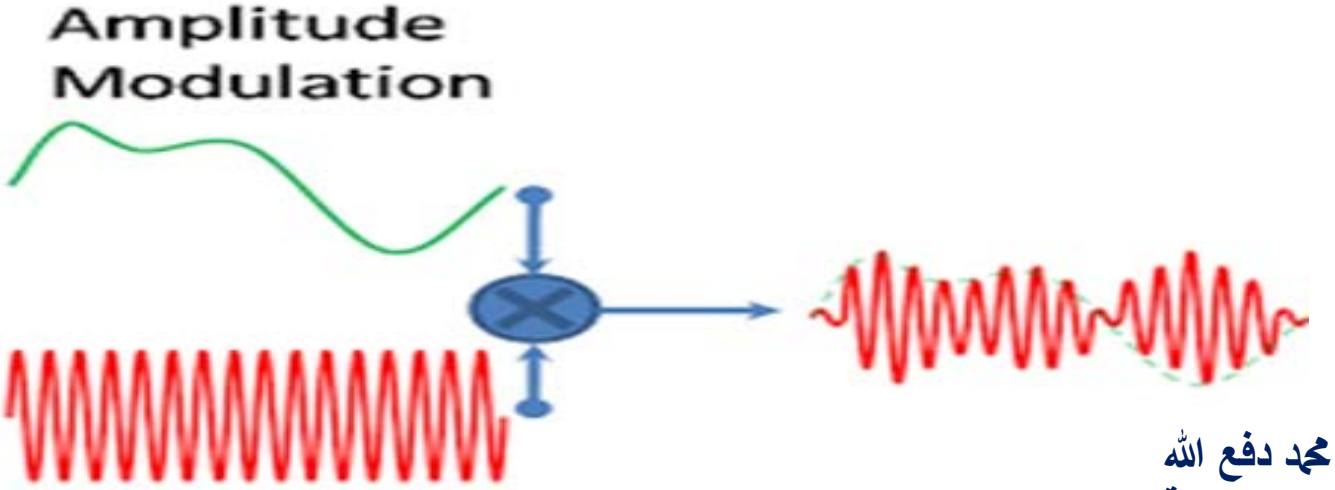


التعديل التماثلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

التضمين المطالي

- في تضمين المطال تقوم إشارة المعلومات بتغيير مطال الإشارة الحاملة وفيه انواع مختلفة مثل تضمين المطال ذو الجانبين والتضمين ذو الجانب الواحد والتضمين ذو الحزمة المتبقية ويكون شكل إشارة المعلومات مع الإشارة الحاملة والإشارة المضمنة كما يلي:



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

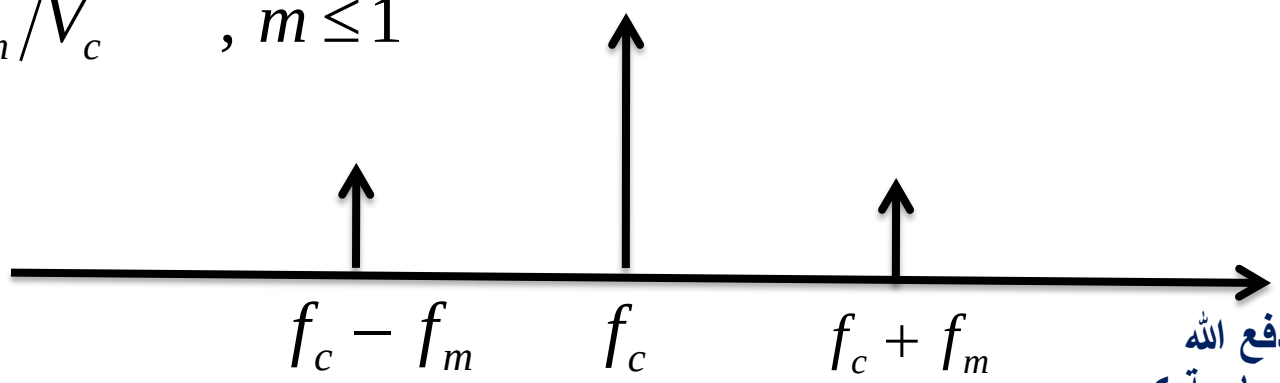
التضمين المطالي

- هذا التعديل لا يستخدم في وصلة القمر ولكنه تعديل قنوات الصوت قبل دمجها مع القنوات الأخري باستخدام FDM
- التعديل المطالي يعطي بالعلاقة الآتية

$$V(t) = (V_c + V_m \cos \omega_m t)\cos \omega_c t$$

$$V(t) = V_c \cos \omega_c t + \frac{mV_c}{2}\cos(\omega_c - \omega_m)t + \frac{mV_c}{2}\cos(\omega_c + \omega_m)t$$

$$m = V_m / V_c \qquad , m \le 1$$



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التضمين المطالي

- عرض النطاق المطلوب لإرسال نغمة ذات تردد واحد هو

$$(f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$$

- قدرة الإشارة المرسلة هي

$$P_T = \overline{V^2(t)} = \frac{V_c^2}{2} + \frac{m^2 V_c^2}{8} + \frac{m^2 V_c^2}{8}$$

- قدرة الناقل هي $P_c = \frac{V_c^2}{2}$
- القدرة للحزم الجانبية هي

$$P_{USB} = P_{LSB} = m^2 V_c^2 / 8$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- أفرض أن الإشارة المرسلة تم استلامها عند مزيل التعديل مع تأثر هذه الإشارة بالضوضاء
- إذا كان عرض نطاق المستقبل هو $(2f_m) = B$ وإذا كانت كثافة قدرة الضوضاء منتظمة هي $N_\circ \ w/Hz$
- القدرة الكلية للضوضاء هي

$$N = 2f_m N_\circ \ watts$$

- قدرة الضوضاء بالنسبة لخرج مزيل التعديل هي

$$N_b = AN \quad : A\, scaling\ \ factor\ \ for\ de\,\mathrm{mod}\,ulator$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- إذا كانت S تمثل قدرة الإشارة في الحزم الجانبية و**C** تمثل قدرة الناقل فإن

$$S_{LSB} = C/4$$

- بعد مزيل التعديل فإن

$$S_{bLSB} = S_{bUSB} = A(C/4)$$

$$S_b = 2A\left(S_{bLSB} + S_{bUSB}\right) = AC$$

$$S_{bLSB} = S_{bUSB}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- عند خرج مزيل التعديل فإن نسبة الإشارة للضوضاء هي

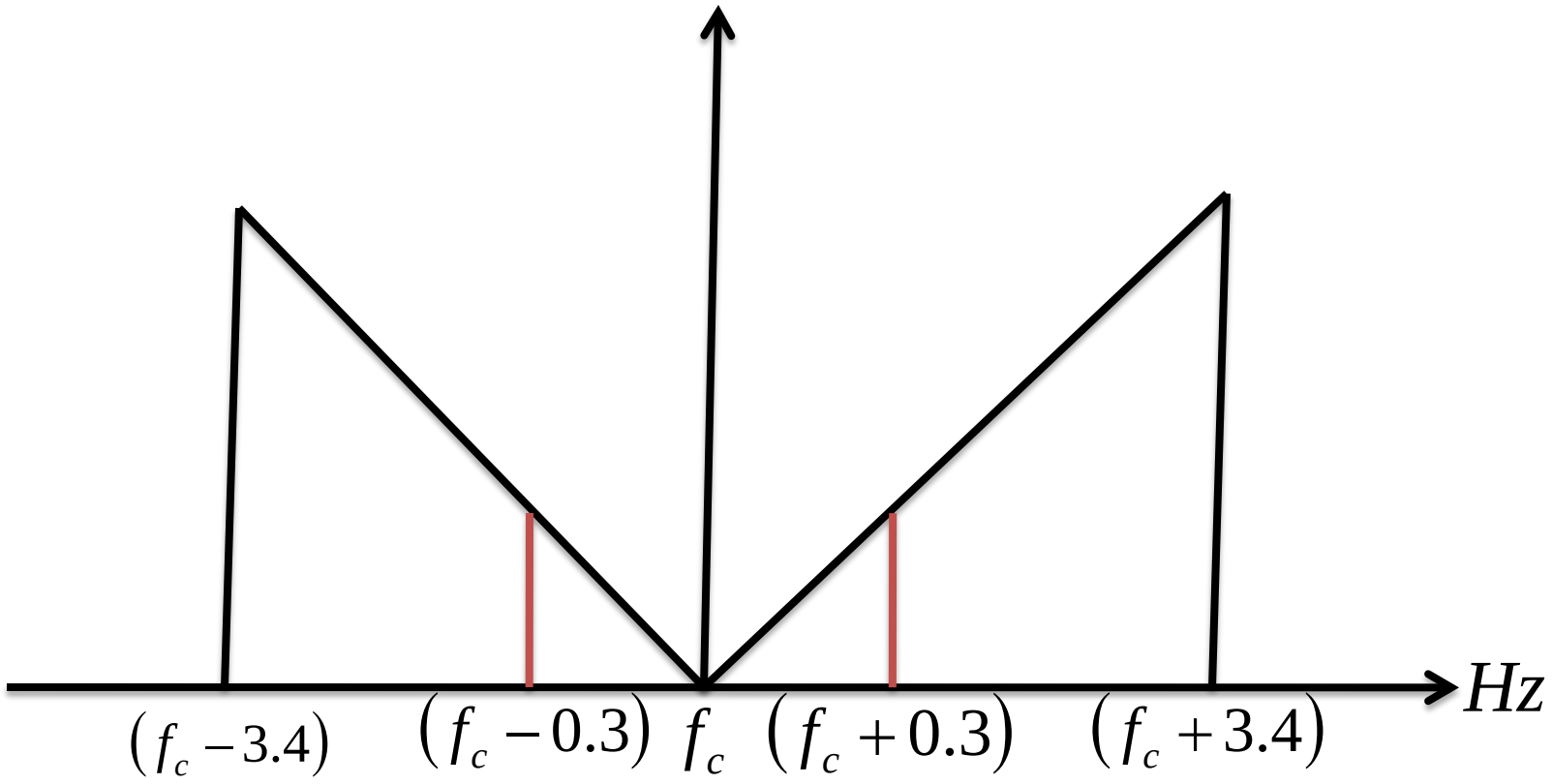
$$S_b/N_b = C/N = C/N_\circ B$$

- هذه المعادلة أعلاه $m=1$
- في الحالة العامة فإن المعادلة تصبح

$$S_b/N_b = m^2(C/N)$$

- المعادلة أعلاه تفرض أن الإشارة المعدلة هي نغمة لكن عملياً فإن الإشارة المعدلة مثلاً للتلفون ذات عرض نطاق قاعدي عبارة 3100Hz(300-3400)Hz

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الحزم الجانبية لتعديل AM

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- هذا التعديل ينتج عنه حزمتين كل منها يحتوي علي المعلومات الماد إرسالها
- المفضل في عملية التراسل هو SSBSC لأنه يحتل عرض نطاق ضيق وذلك يمكَن من زيادة قنوات الصوت
- بالنسبة لقناة التلفون فإن الحزمة الترددية تكون بين 300- 3400 Hz أي هذه القنوات الصوتية تحتل عرض نطاق عبارة عن 3100Hz ويخصص 4kHz وذلك لعمل فواصل بين القنوات الصوتية المتجاورة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- نفرض أن الإشارة المستلمة ذات حزمة جانبية sideband لها قدرة ***S***
- الضوضاء الناتجة مع تلك الإشارة في عرض النطاق ***B*** هي

$$N = N_{\circ} B = N_{\circ} f_m$$

- حيث f_m هو أعلي تردد بالنسبة لعرض النطاق القاعدي
- قدرة الإشارة عند خرج مزيل التعديل هي

$$S_b = AS$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في نظام AM

- الضوضاء عند خرج مزيل التعديل هي

$$N_b = AN = AN_\circ B = AN_\circ f_m$$

- نسبة الإشارة إلي الضوضاء بالنسبة للإشارة ذات النطاق القاعدي هي

$$S_b / N_b = S/N = S/\left(N_\circ f_m\right)$$

- عملياً فإن SSBSC يفضل علي **DSBSC** لأنه لا يحتاج إلي تزامن ويحتاج إلي نصف عرض النطاق أما **DSBSC** يحتاج إلي تزامن في التردد والطور وكذلك يحتاج إلي ضعف عرض النطاق

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل الترددي FM

- بالنسبة للتعديل الترددي فإن تردد المعدلة يغير وفقاً للتغير الناتج في مطال إشارة المعلومات
- إذا كانت إشارة الناقل هي

$$V(t) = V_c \sin \omega_c t$$

- التردد اللحظي لموجة **FM** يعطي بالعلاقة الآتية

$$f_i = f_c + V_m \sin \omega_m t$$

- تردد الإشارة المعدلة $V_m \sin \omega_m t$ هو

$$f_m = \omega_m / 2\pi$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

التعديل الترددي FM

- الإشارة المعدلة **FM** هي

$$V(t) = V_c \sin(\omega_c t + m_f \cos \omega_m t)$$

$$m_f = f_d / f_m$$

f_d : معدل الانحراف الترددي frequency deviation

f_m : أعلي تردد لإشارة المعلومات

- عرض النطاق الترددي لإشارة **FM** حسب قانون كارسون هو

$$B = 2(f_d + f_m) = 2 f_m (m_f + 1)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الضوضاء في أنظمة FM

- إشارة **FM** مع تأثير الضوضاء تعطي بالعلاقة الآتية

$$V(t) = V_c \cos[\omega_c t + \phi_c(t)] + V_n(t)[\omega_c t + \phi(t)]$$

$$\phi_c(t) \rightarrow carrier\ signal$$

- $V_n(t)\cos[\omega_c t + \phi(t)]$ تمثل إشارة الضوضاء وهي تحتل عرض نطاق محدد band limited هذه الإشارة الناتجة يتغير فيها المطال والطور

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنظمة التضمين الرقمي

- نسبة لشكل الإشارات المربعة التي تمثل الإشارات المثالية في خرج معدل شفرة النبضة ، نجد انه يصعب إرسال الإشارة الرقمية بحزمة الأساس عبر قنوات الاتصال لمسافات طويلة
- وذلك لكبر نطاقها وقلة قيمتها الترددية التي تحتاج الى هوائيات كبيرة غير منطقية لإرسالها.
- عادة يتم استخدام إشارة تضمين جيبيه حاملة بواسطة إشارة المعلومات الرقمية المراد إرسالها سلكيا أو لاسلكيا
- تسمى هذه العملية بالتضمين أو التعديل الرقمي وله عدة أنواع منها ثلاثة أنواع رئيسية وهي:

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنظمة التضمين الرقمي

- تسمى هذه العملية بالتضمين أو التعديل الرقمي وله عدة أنواع منها ثلاثة أنواع رئيسية وهي:

i. التعديل بزحزحة (إزاحة) المطال Amplitude Shift Keying ASK
ii. التعديل بزحزحة(إزاحة) التردد Frequency Shift Keying FSK
iii. التعديل بزحزحة(إزاحة) الطور Phase Shift Keying PSK

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل الرقمي

- في التعديل الرقمي تكون الإشارة المعدِلة هي إشارة رقمية بينما إشارة الناقل هي إشارة تماثلية
- يمكن كتابة إشارة الناقل كالأتي

$$V(t) = V_c \cos(\omega_c t + \phi)$$

مطال الناقل : V_c

تردد الناقل : $f_c : \omega_c = 2\pi f_c$

هو الطور : ϕ

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) المطال ASK

- في هذا النوع من التعديل الرقمي يتم تعديل مطال الإشارة الجيبية الحاملة حيث يتأرجح مطالها بين مقدارين أحدهما يمثل الصفر والأخر يمثل الواحد

$$x_c(t) = \begin{bmatrix} A\cos w_c t & \text{For symbol } 1 \\ 0 & \text{For symbol } 0 \end{bmatrix}$$

- من الملاحظ أن الإشارة المعدَلة عبارة عن إشارة on_off وبذا يسمى التعديل بإزاحة المطال ASK بالتعديل on_off keying (ook)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) التردد FSK

- في هذا النوع من التعديل الرقمي يتم تعديل تردد الإشارة الجيبية الحاملة حيث يتأرجح ترددها بين مقداريين أحدهما يمثل الصفر والاخر يمثل الواحد.

$$x_c(t) = \begin{bmatrix} A\cos w_{c1}t & \text{For symbol } 1 \\ A\cos w_{c2} & \text{For symbol } 0 \end{bmatrix}$$

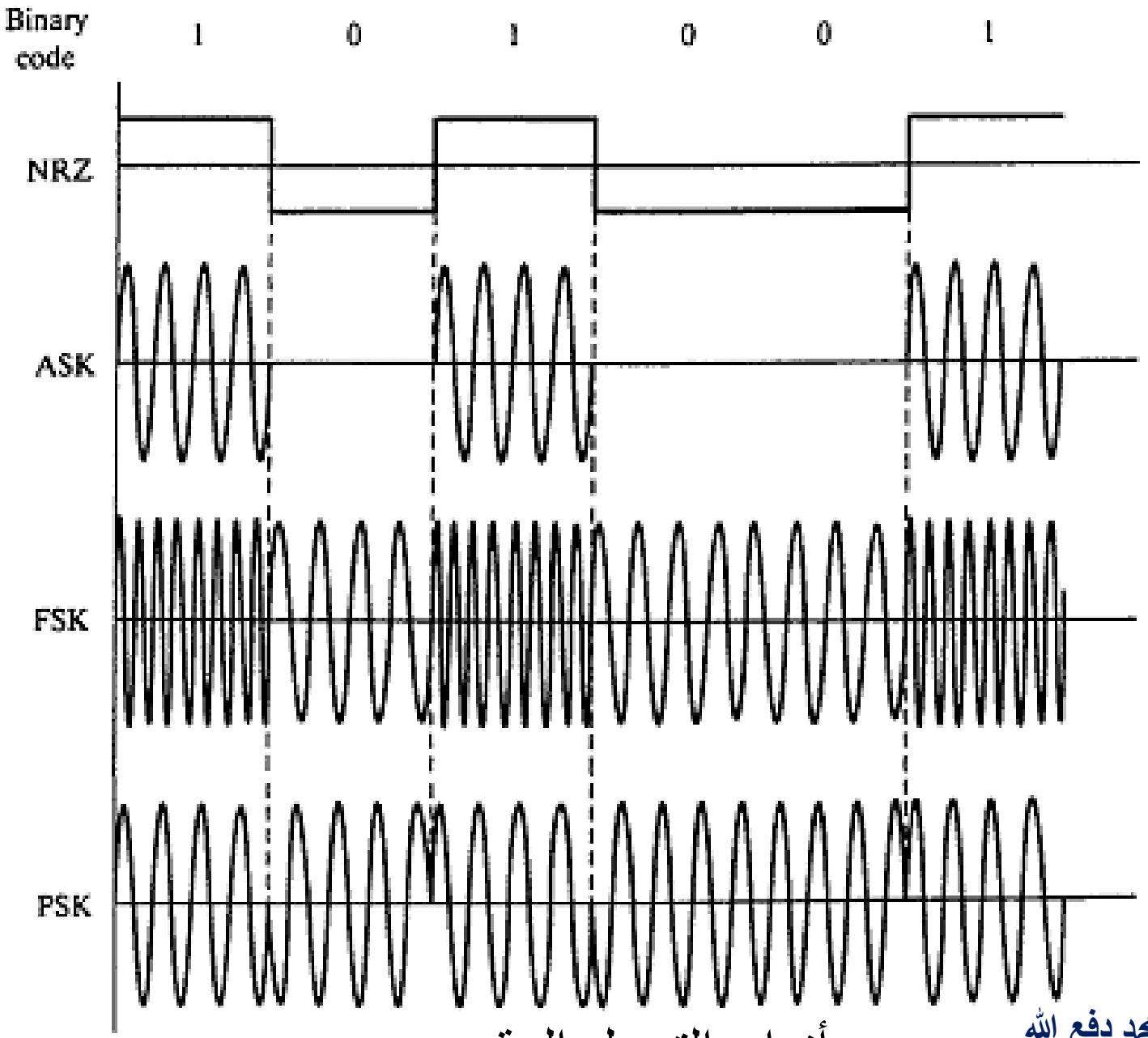
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) الطور Phase Shift King PSK

- في هذا النوع من التعديل الرقمي يتم تعديل طور الإشارة الجيبية الحاملة حيث يتأرجح طورها بين مقداريين أحدهما يمثل الصفر والطور الاخر بإزاحة بمقدار 180 درجة من الطور الأول يمثل الواحد.

$$x_c(t) = \begin{bmatrix} A\cos w_c t & \text{For symbol } 1 \\ A\cos(w_c t + \pi) & \text{For symbol } 0 \end{bmatrix}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



أنواع التعديل الرقمي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) الطور Phase Shift King PSK

- بالنسبة لدائرة الصوت التلفونية يتم التخلص من الحزمة الجانبية العليا وكذلك إشارة الناقل لخفض عرض النطاق لحزمة الصوت وكذلك تركيز قدرة الإشارة
- بالنسبة للتعديل **FSK** فإن الإشارة الناتجة يتغير ترددها بين قيمتين حسب الإشارة الرقمية **0** و **1**
- من الصعوبات التي تواجه استخدام **FSK** هي الفاصل بين الترددين يكون كبيراً كلما زاد معدل التعديل وهذا يحد معدل التراسل الأقصى للبتات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) الطور Phase Shift King PSK

- إذا كان دخل المعدل ثنائي فإن هذا النظام يسمي ثنائي أما إذا كان دخل المعدل أكثر من الثنائي فإن النظام يسمي متعدد المستويات(M – array(O- QPSK, QPSK, MSK minimum shift keying))
- يسمي النظام متزامن coherent إذا كان هنالك تزامن بين الإشارة المرسلة ومزيل التعديل أي يجب أن يكون لها نفس الطورin phase بغير ذلك يسمي النظام غير متزامن
- أيضاً إذا كان عند المستقبل إشارة دورية متزامنة in synchronism مع الإشارة الرقمية المرسلة يسمي النظام synchronous

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل بزحزحة(إزاحة) الطور Phase Shift King PSK

- إذا لم يتطلب النظام إشارة دورية عند المستقبل فإن النظام يسمي asynchronous
- اختيار النظام الرقمي المعين يعتمد علي الأتي

i. القدرة المتوفرة
ii. عرض النطاق المطلوب
iii. تأثير القناة علي الإشارة المرسلة
iv. درجة تعقيد المعدات المطلوبة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري