

المحاضرة الرابعة

التعديل أو التضمين

Modulation

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التعديل

- تعريف التضمين
- أهمية التضمين
- أنواع التضمين
- التضمين التماثلي
- إزالة التضمين التماثلي

التعديل

- التضمين أو التعديل هو عبارة عن عملية يتم فيها تحميل إشارة المعلومات أو الإشارة المضمّنة modulating signal ذات التردد المنخفض على إشارة حامل carrier signal ذات تردد مُرتفع
- بحيث يتم جعل أحد بارامترات (محددات) إشارة الحامل يتغير مع التغير اللحظي لإشارة المعلومات وتنتج بذلك إشارة مضمّنة modulated signal موائمة مع قناة الإرسال.

التعديل

- (الباراميترات الأساسية للإشارة هي المطال والتردد والطور).
- عملية التحويل تتم عملياً عبر ضرب الإشارتين في المَجال الزمنيّ وتتم هذه العمليات عبر دارات إلكترونية تعتمد في بنيتها على نوع خاص من الدارات والبوابات المنطقية تدعى المضمنات Modulators.

أهمية التضمين

✓ الحصول على أبعاد معقولة لهوائيات الإرسال كي نستطيع إرسال الإشارة بشكل جيد وذلك لأن طول هوائي الإرسال والاستقبال يتناسب طردياً مع طول الموجة المرسلّة وعكسياً مع قيمة التردد.

✓ استخدام القناة لنقل عدة إشارات بنفس الوقت، ويطلق على هذه العملية اسم التعدد أو الدمج Multiplexing .

✓ تقليل التشويش والحصول على توازن أفضل بين الإشارة التي نريد إرسالها أي إشارة المعلومات بالنسبة لإشارة الضجيج SNR

أنواع التضمين

✓ تضمين تماثلي

✓ تضمين رقمي

التضمين التماثلي

• تكون فيه إشارة المعلومات المرسله إشارة تماثلية وله عدة أنواع تسمى بناءا على التغيير الذي يحصل لبارامترات (محددات) الإشارة الحاملة إما تغيير

i. في المطال وبذلك يكون تضمين المطال
Amplitude Modulation (AM)

ii. إما تغيير في التردد وهو التضمين الترددي (FM)
Frequency Modulation

iii. أو تغيير في الطور وهو التضمين الطوري (PM)
Phase Modulation

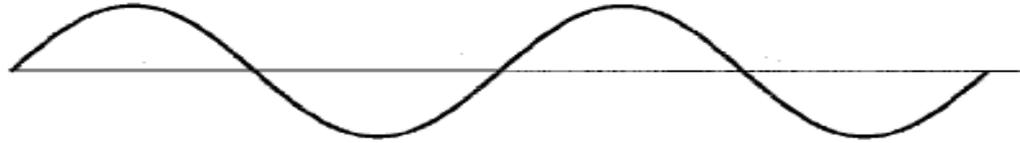
$$X_c(t) = A(t) \cos \{ \omega_c t + \phi(t) \}$$

التضمين التماثلي



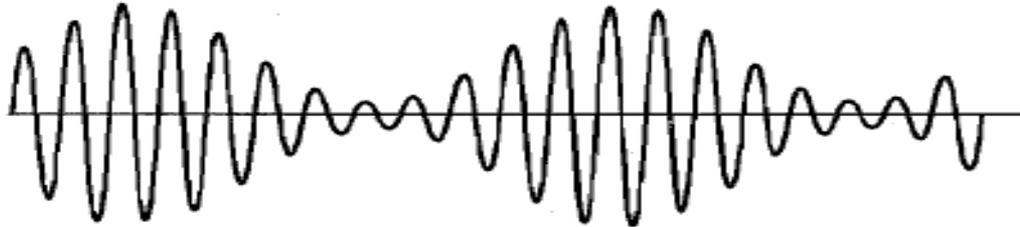
إشارة حامل

(a)



إشارة معدلة

(b)



تعديل مطالي

(c)



تعديل ترددي

(d)

Time →

التضمين الرقمي

■ تكون فيه إشارة المعلومات رقمية وله عدة أنواع نذكر منها الأنواع الأكثر استخداماً والأبسط عملاً وهي:

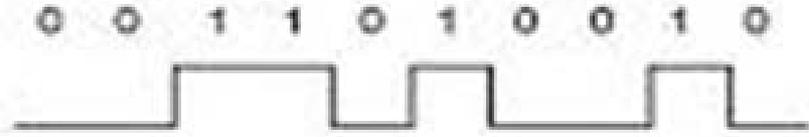
i. التضمين بإزاحة المطال Amplitude Shift Keying . ASK

ii. التضمين بإزاحة التردد Frequency Shift Keying . FSK

iii. التضمين بإزاحة الطور Phase Shift Keying PSK

التضمين الرقمي

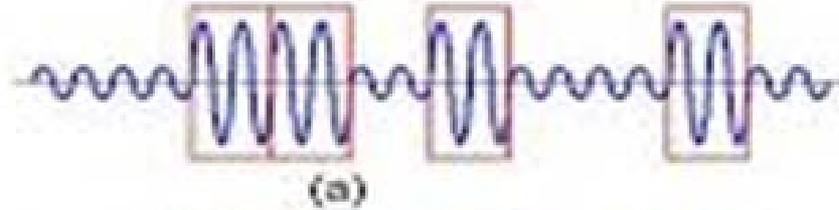
إشارة رقمية



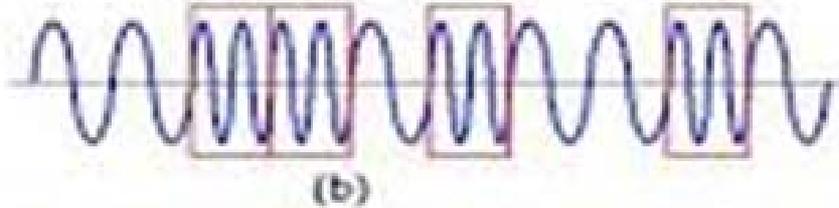
إشارة ناقل



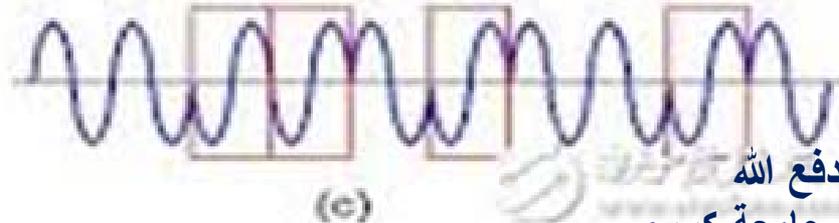
التعديل بإزاحة المطال



التعديل بإزاحة التردد



التعديل بإزاحة الطور

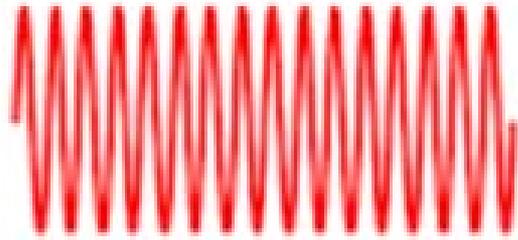
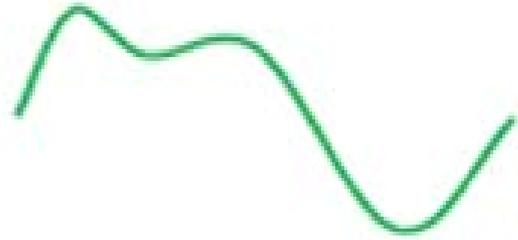


د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

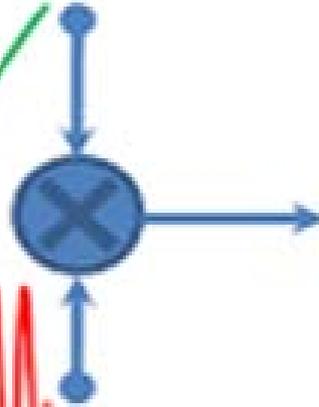
تعديل المطال

- في تضمين المطال تقوم إشارة المعلومات بتغيير مطال الإشارة الحاملة وفيه أنواع مختلفة مثل:-
 - i. تضمين المطال ذو الجانبين
 - ii. التضمين ذو الجانب الواحد
 - iii. التضمين ذو الحزمة المتبقية
- ويكون شكل إشارة المعلومات مع الإشارة الحاملة والإشارة المضمنة كما يلي

إشارة المعلومات



إشارة الحامل



إشارة معدلة

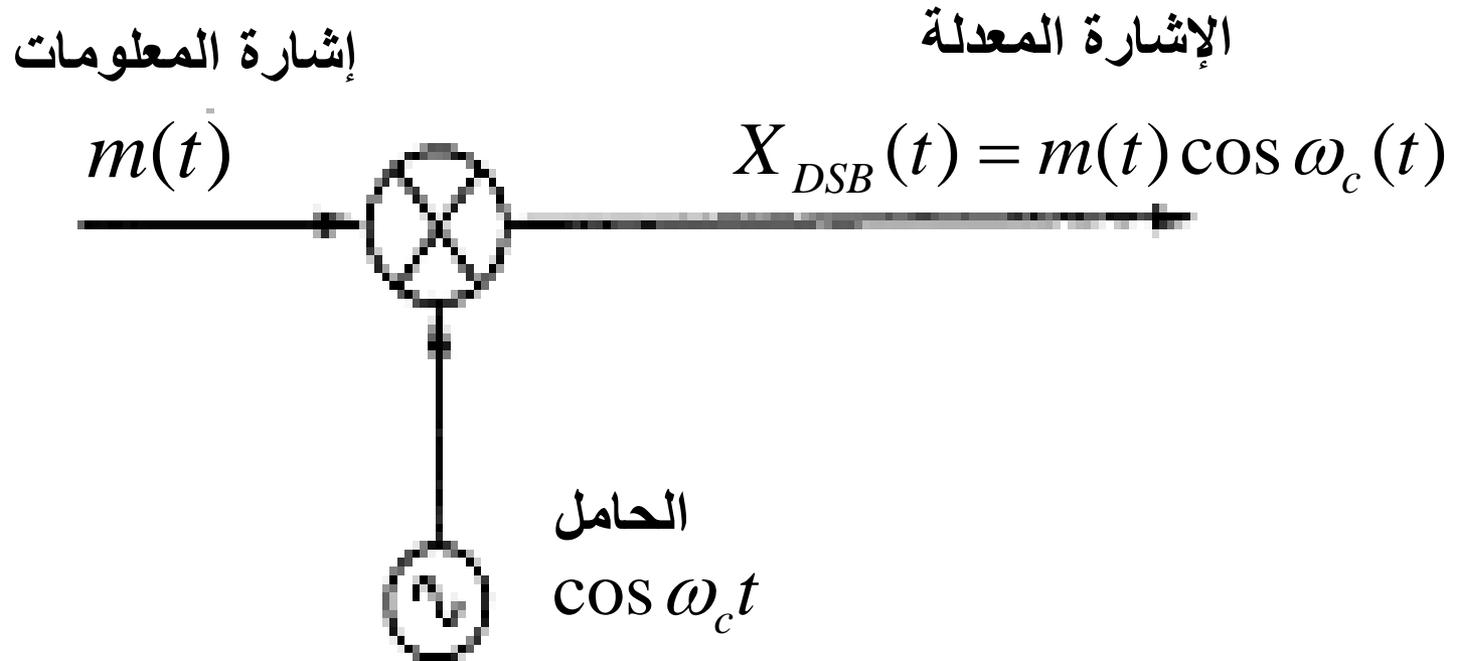


التعديل المطالي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التضمين المطالي ثنائي الحزمة الجانبية: Double Side Band Modulation DSB

- استنادا على الشكل الطبيعي لطيف الإشارة المضمنة في الحيز الترددي الناتجة من حاصل ضرب إشارة المعلومات في الإشارة الحاملة ينتج ما يعرف بالتضمين المطالي ثنائي الحزمة الجانبية
- وذلك بوجود حزمتين جانبيتين حزمة جانبية عليا وأخرى دنيا تحملان نفس معلومات الإشارة المرسله.

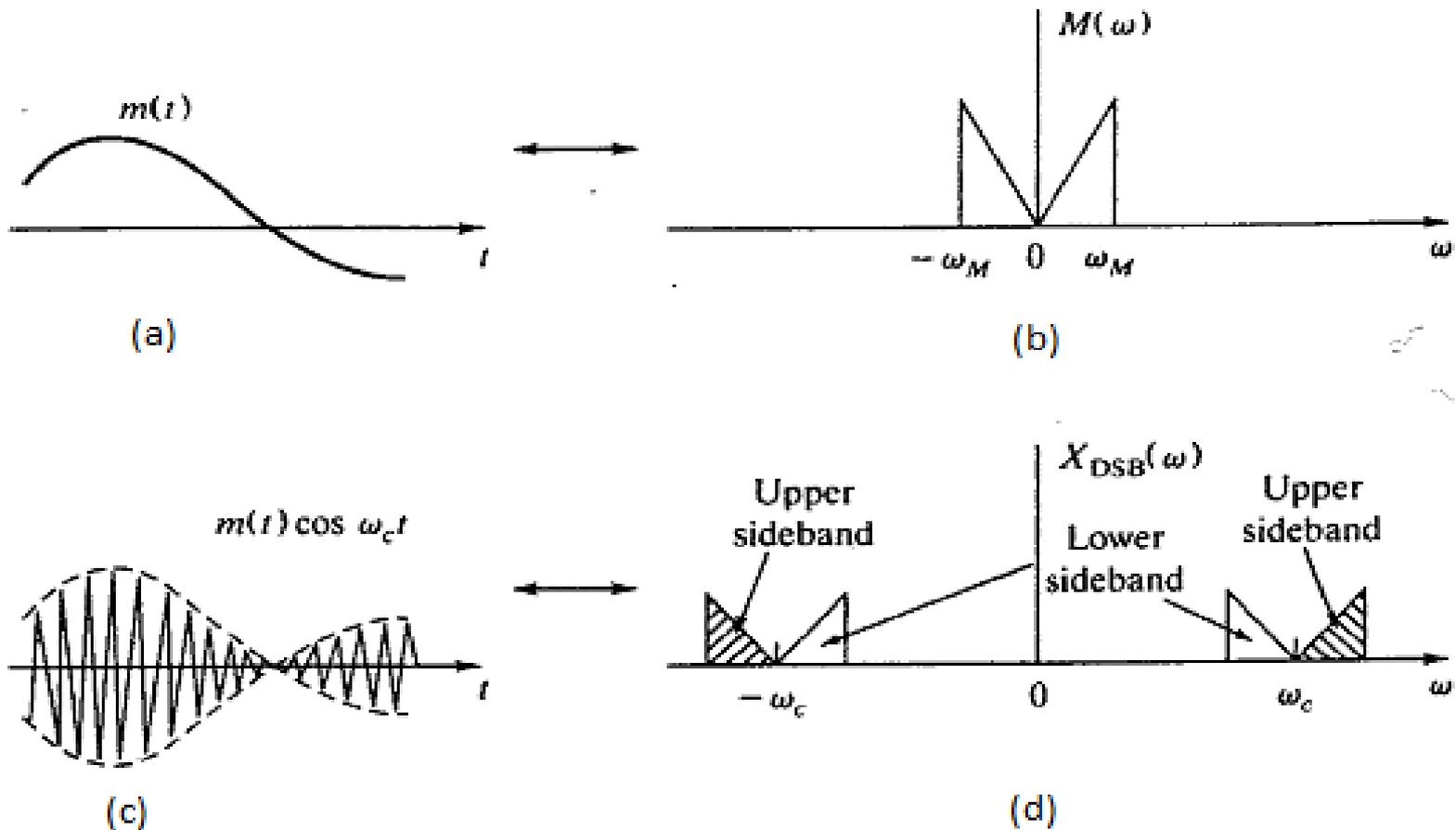


التضمين المطالي ثنائي الحزمة الجانبية

التضمين المطالي ثنائي الحزمة الجانبية: Double Side Band Modulation DSB

- بعد تحويل إشارة التضمين ثنائي الحزمة الجانبية من الحيز الزمني إلى الحيز الترددي يكون طيفها كما يلي:-

$$X_{DSB} = \frac{1}{2}M(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2}M(\omega + \omega_c)$$



التضمين المطالي ثنائي الحزمة الجانبية

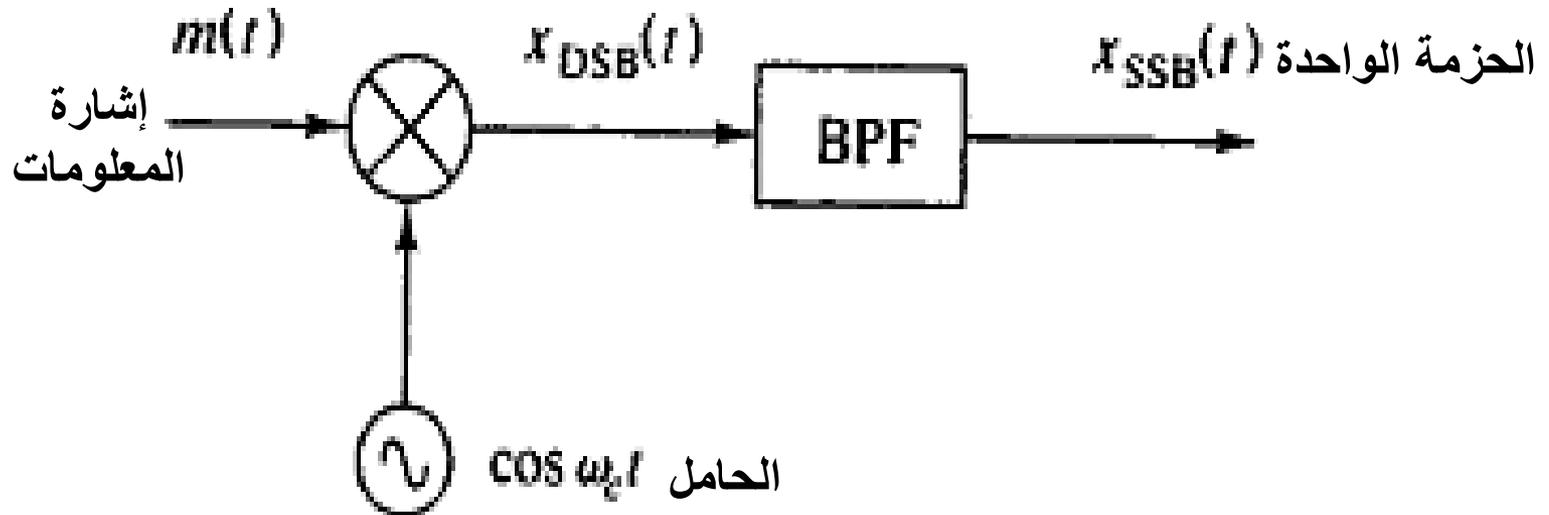
د عثمان محمد دفع الله
 أستاذ مشارك جامعة كروي

التضمين احادي الحزمة الجانبية: Single Side Band Modulation SSB

- في التضمين ثنائي الحزمة الجانبية كل من الحزمتين تحملان نفس المعلومة المرسله وبهذا إهدار لعرض النطاق الترددي المطلوب للإرسال
- وبما أنه يمكن الحصول على إشارة المعلومة من حزمة واحدة فإنه يمكننا استغلال الحزمة الأخرى في إرسال معلومة أخرى ويعرف هذا بالتضمين ذو الجانب الواحد ويمكن الحصول عليه بعدة طرق هي:
 - i. طريقة الترشيح.
 - ii. طريقة إزاحة الطور

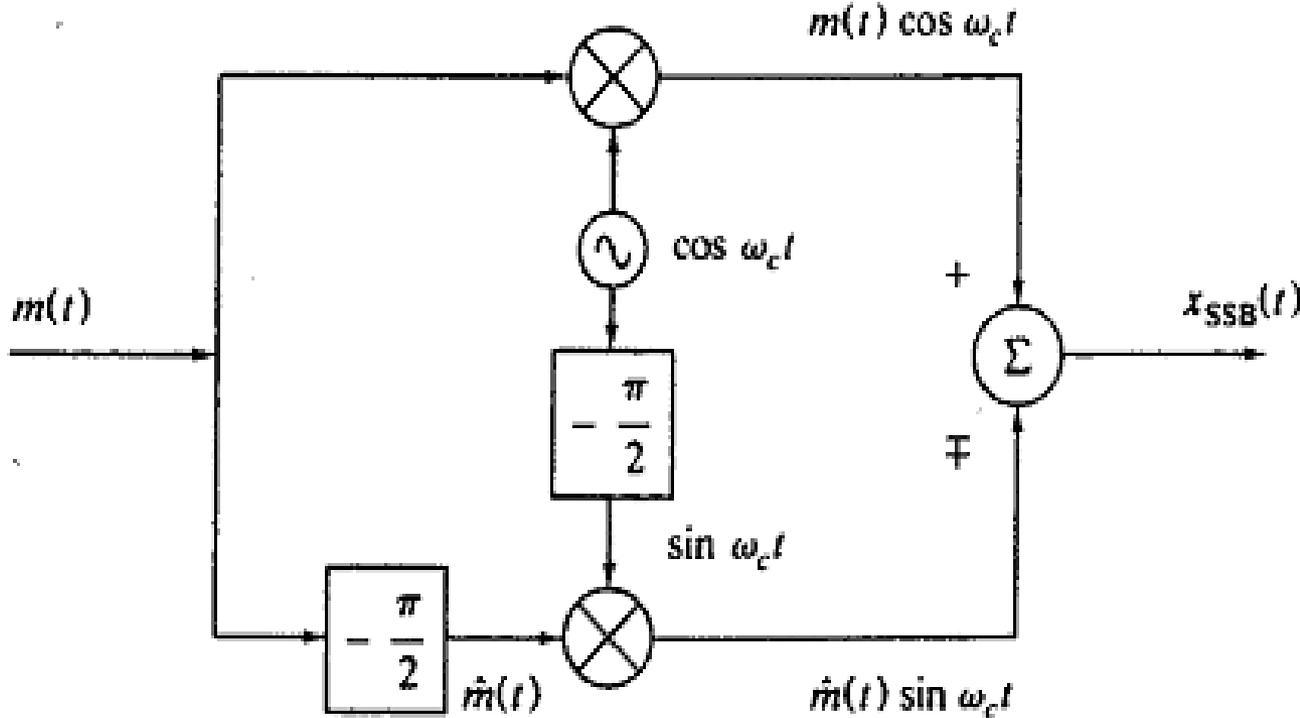
طريقة الترشيح

- وهي عبارة عن ترشيح احد الجانبين من التضمين ذو الجانبين باستخدام مرشح إمرار لحزمة من الترددات BPF



طريقة الإزاحة الطورية

- الدائرة الآتية توضح طريقة الحصول علي الحزمة الجانبية عن طريق الإزاحة الطورية



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كروي

طريقة الإزاحة الطورية

- من الدائرة أعلاه يمكن الحصول علي الحزمة الجانبية

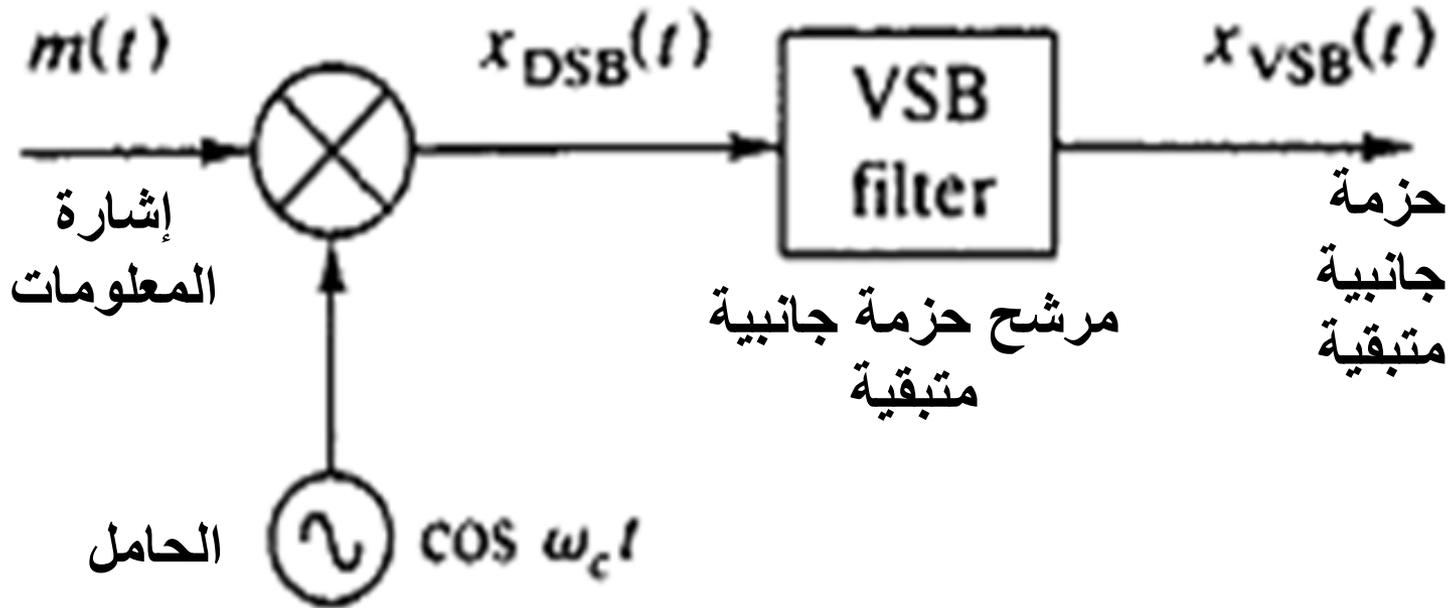
$$\begin{aligned} y(t) &= \cos \omega_m t \cos \omega_c t \mp \sin \omega_m t \sin \omega_c t \\ &= \cos (\omega_c \pm \omega_m) t \end{aligned}$$

$$y(t) = x_{\text{USB}}(t) = \cos (\omega_c + \omega_m) t$$

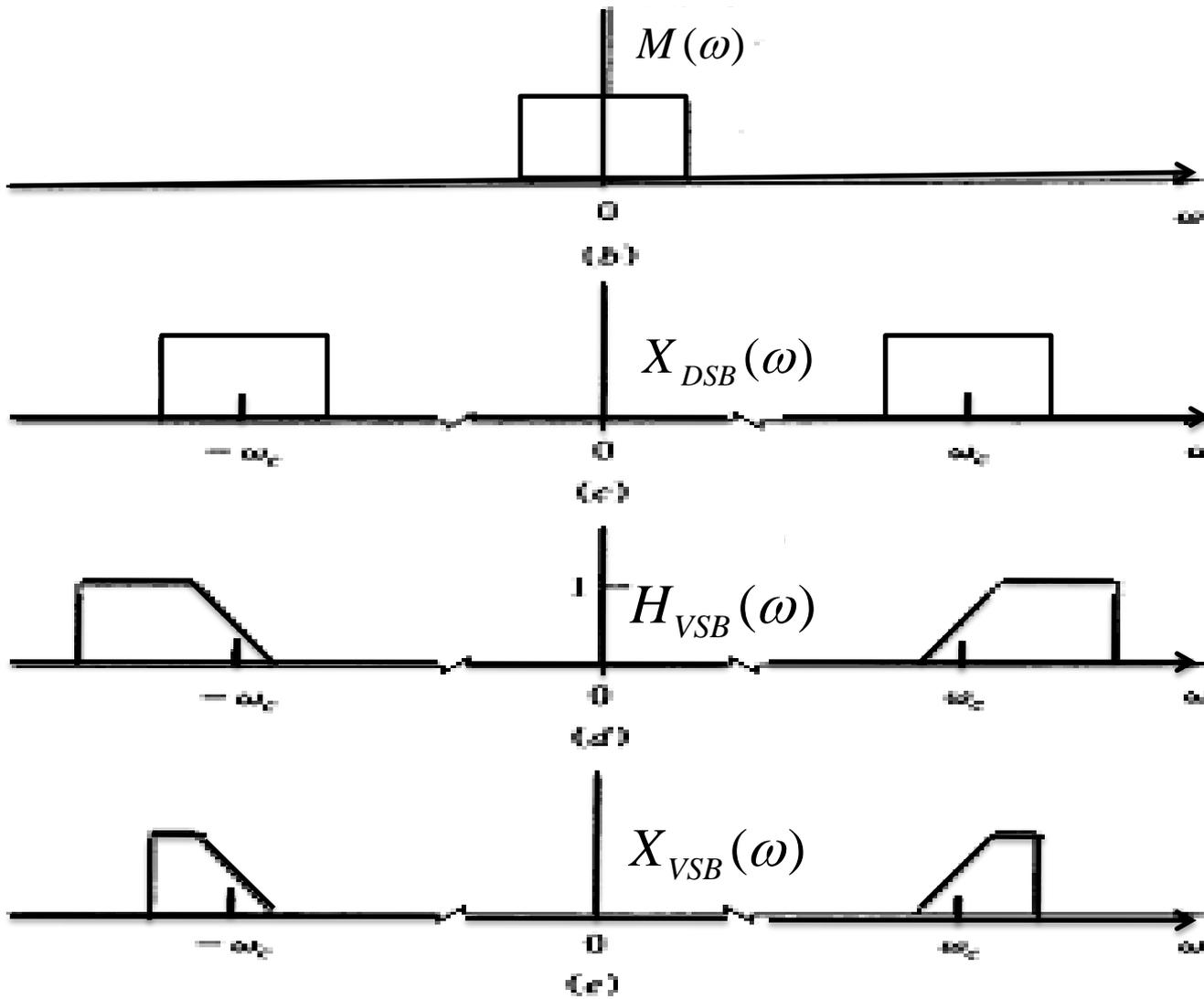
$$y(t) = x_{\text{LSB}}(t) = \cos (\omega_c - \omega_m) t$$

التضمين ذو الحزمة الجانبية المتبقية: Vestigial Side Band Modulation VSB

- التضمين ذو الحزمة الجانبية المتبقية هو عبارة عن نوع خاص من أنواع التضمين يستخدم مرشح خاص
- فهو تضمين وسط بين التضمين ثنائي الحزمة الجانبية والتضمين احادي الحزمة الجانبية.
- في هذا الشكل من أنواع التضمين يقوم المرشح بإمرار إحدى الحزم الجانبية كلياً بينما يبقي على جزء يسير من الحزمة الأخرى.
- يستخدم هذا النوع من التضمين في إرسال إشارات الفيديو وفي البث التلفزيوني



التضمين ذو الحزمة الجانبية المتبقية



د عثمان محمد دفع الله التضمين ذو الحزمة الجانبية المتبقية
 أستاذ مشارك جامعة كروي