

I - تضمين الوعس:

(1) أسباب ضرورة استعمال التضمين.

أصبحت المعلومات والأخبار في عصرنا شنقاً عبر الراديو والتلفزة والرادارات وفي مجال الاتصالات باستعمال الموجات الكهرومغناطيسية عبر مسافات كبيرة وبسرعة فائقة **300 000 كيلومتر في الثانية**.

من أسباب ضرورة استعمال التضمين ذكر ما يلي :

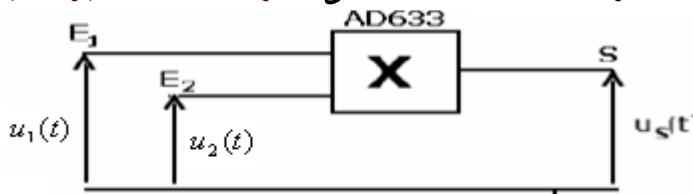
- خمود الإشارات الميكانيكية ذات التردد الضعيف .

(الصوت مثلًا الذي ينتشر بسرعة 340 متر في الثانية في الهواء لا يمكنه أن يعبر مسافات كبيرة في وقت وجيز .)
لنقل معلومة صوتية ذات تردد منخفض نقوم أولاً بتحويل الإشارة الصوتية إلى إشارة كهربائية بواسطة ميكروفون ثم ننجذب تضمين وسعة التوتر الحامل لهذه الإشارة الكهربائية .

(2) مفهوم تضمين الوعس:

عموماً إرسال موجة ذات تردد منخفض يتم بواسطة موجة كهرومغناطيسية حاملة ذات تردد عالٍ بحيث يتغير وسعة هذه الأخيرة حسب الموجة التي تضم المعلومة المراد إرسالها (وهذا هو يسمى بـ **تضمين الوعس**).

تضمين الوعس تقنية تعتمد على ضرب الإشارة التي تحمل المعلومة في إشارة أخرى عالية التردد تسمى بالإشارة الحاملة، (ويتم ذلك بعد إضافة توتر ثابت للإشارة التي تحمل المعلومة لكي نحصل على الإشارة كاملة وغير منقوصة بعد إزالة التضمين). وتقنياً، تتم عملية التضمين بواسطة الدارة المتكاملة **AD633** تسمى : **الدارة المتكاملة المنجزة للجداول**.

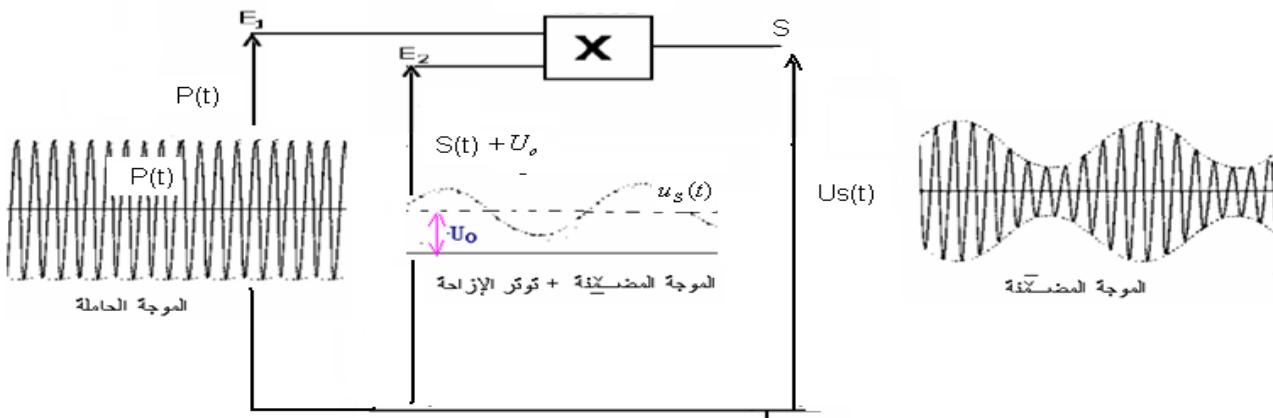


عند مخرج الدارة المتكاملة المنجزة للجداول نحصل على دالة $u_3(t)$ ، u_3 تتناسب إطراداً مع جداء الدالتين $u_1(t)$ و $u_2(t)$:

$$u_3(t) = K \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$$

K : ثابتة النسبة وهي تتعلق بالدارة المتكاملة .

(3) الإبراز التجريبي لتضمين الوعس:



الموجة ذات التردد المنخفض هي التي تضمن الموجة ذات التردد المرتفع أي تغير وسعتها .

(4) تعبير التوتر المضمن :

التوتر $u_s(t)$ عند مخرج الدارة المتكاملة يمثل التوتر المضمن وهو :

حيث التوتر الحامل $P(t)$: دالة جيبية ترددتها f_p والتوتر المضمن $s(t)$: دالة جيبية ترددتها f_s .

إذن : $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$ $u_s(t) = K \times [s(t) + U_o] \times P_m \cos(2\pi f_p t)$ مع :

$u_s(t) = U_m(t) \cos(2\pi f_p t)$ $u_s(t) = K \times [S_m \cos(2\pi f_s t) + U_o] \times P_m \cos(2\pi f_p t)$

إذن فإن وسعة التوتر المضمن :

$$U_m(t) = K \cdot P_m \cdot U_o \cdot \left[\frac{S_m}{U_o} \cos(2\pi f_s t) + 1 \right]$$

$m = \frac{S_m}{U_o}$: تسمى نسبة التضمين .

$$m = \frac{S_m}{U_o}$$

$$\text{نضع : } A = k \cdot P_m \cdot U_o$$

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :
 وبما أن : $-1 \leq \cos(2\pi f_s t) \leq 1$ \Rightarrow الوسع المضمن منحصر بين قيمتين حدبيتين:
 $U_{m,\min} = A \cdot (1 - m)$ و $U_{m,\max} = A \cdot (m + 1)$

ويعبر عن نسبة التضمين بدلالة $U_{m,\max}$ و $U_{m,\min}$ (نضع U_M هو $U_{m,\max}$ و U_m هو $U_{m,\min}$)

وهي نسبة التضمين

$$m = \frac{U_M - U_m}{U_M + U_m}$$

4) جودة التضمين : للحصول على تضمين جيد:

- يجب أن تكون نسبة التضمين > 1 : $m = \frac{S_m}{U_0} > S_m$ أي $S_m > U_0$.

- يجب أن يكون تردد التوتر الحامل f_s أكبر بكثير من تردد التوتر المضمن f , $f_s > f$. (على الأقل $f_s > 10f$).

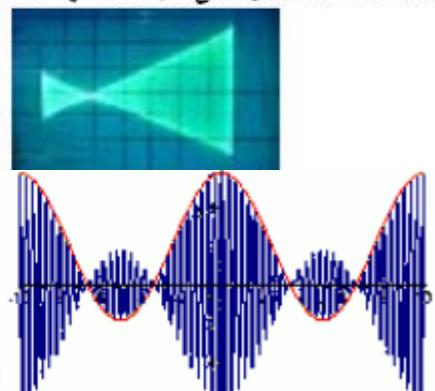
لتتأكد من الحصول على تضمين جيد ، نربط التوتر المضمن u_m بأحد مدخلي راسم التذبذب والتوتر المضمن $s(t)$ بالمدخل الآخر ثم نزيل كسر راسم التذبذب باستعمال الزر XY ، فنحصل على شاشة راسم التذبذب على شكل شبه المنحرف.



حالة التضمين الجيد

- إذا لم تتوفر شروط التضمين الجيد نحصل على فوق التضمين ، بحيث خلاف التوتر المضمن لا يواافق التوتر المضمن. في هذه الحالة لا نحصل على شبه المنحرف عند استعمال الزر XY لراسم التذبذب ، بل نحصل على الشكل التالي:

حالة التضمين الغير جيد

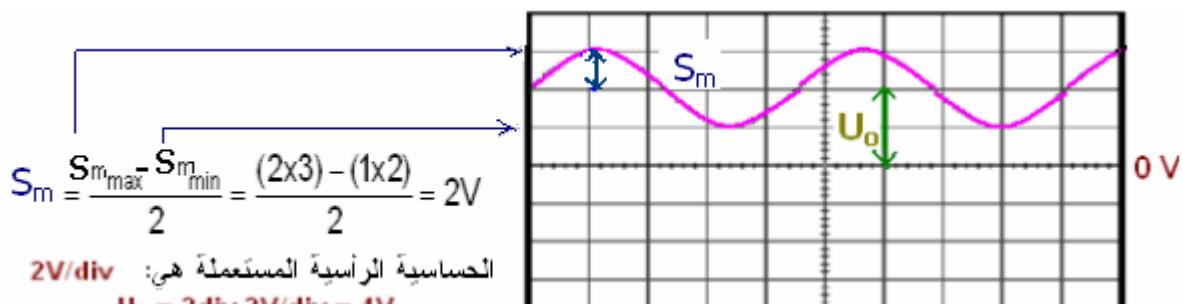


تضمين غير جيد.

توتر الرسم: $S_m < U_0$.

أي التوتر الذي يضم المعلومة لم يتم إزاحته بما فيه الكفاية للتغادي التشويه الناتج عن وجود القيم السالبة .

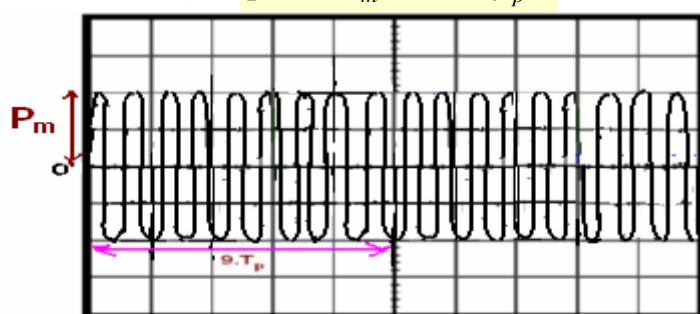
5) مثال توضيحي : تحديد وسع وتردد الموجة المضمنة وتوتر الرسم



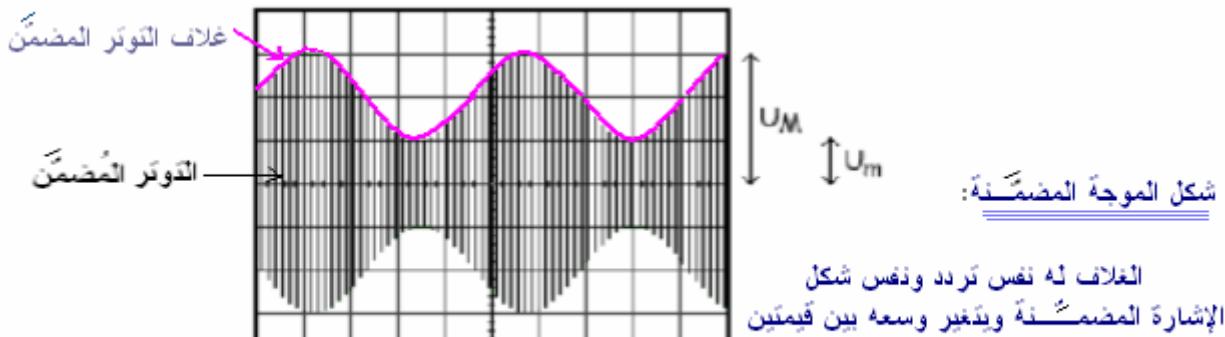
الكسر الأقصى: $s = 500 \mu\text{s}/\text{div}$ الدور ممثل ب: $4,5 \text{div}$ \Rightarrow التردد $f \approx 444 \text{Hz}$

• تحديد وسع وتردد الموجة الحاملة :

$$p(t) = P_m \cdot \cos 2\pi f_p t$$



● تحديد نسبة التضمين:



يكون التضمين جيدا إذا كان غلاف التوتر المضمن يوافق التوتر المضمن.

باستعمال المنحنى $u(t)$ الثاني : أوجد نسبة التضمين m وتردد التوتر المضمن f (الكسح الأفقي المستعمل $500 \mu s/div$ والحساسية الرأسية $2 V/div$).

$$U_M = 3div.2V / div = 6V$$

$$U_m = 1div.2V / div = 2V$$

وبذلك يتغير وسع التوتر المضمن بين القيمتين 6V و 2V.

$$m = \frac{U_M - U_m}{U_M + U_m} = \frac{6 - 2}{6 + 2} = \frac{4}{8} = 0,5$$

أي نسبة التضمين :

$$\text{تردد غلاف التوتر المضمن} : f = \frac{1}{4,5div.500.10^{-6}s/div} = \frac{1}{2,25.10^{-3}s} \approx 444Hz \Rightarrow \text{التضمين جيد}.$$

- II - إزالة التضمين: Démodulation

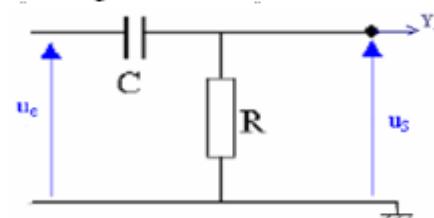
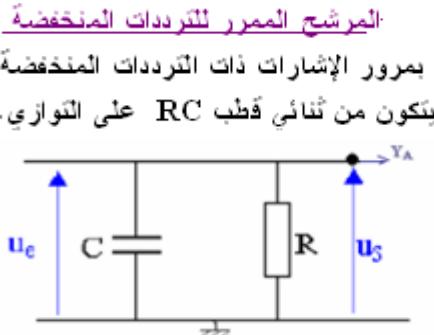
1) مفهوم إزالة التضمين:

تهدف إزالة التضمين إلى استرجاع الإشارة ذات التردد المنخفض BF المبنوعة عبر الموجة المضمنة ذات التردد العالي HF. ذلك نسبياً مرشحاً وصماماً ثنايايا. أي أن الشيء الذي نود استرجاعه من الموجة المضمنة هو غلافها العلوي.

ملحوظة: تعرف المرشح:

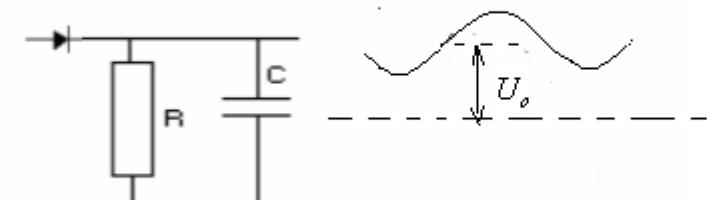
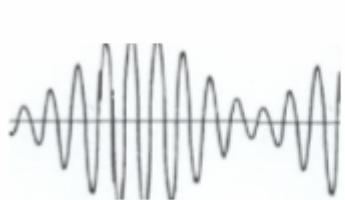
المرشح الممرر لترددات العالية

يسمح بمرور الإشارات ذات الترددات العالية وهو مكون من ثنايي قطب RC على التوالى.



2) مراحل إزالة التضمين:

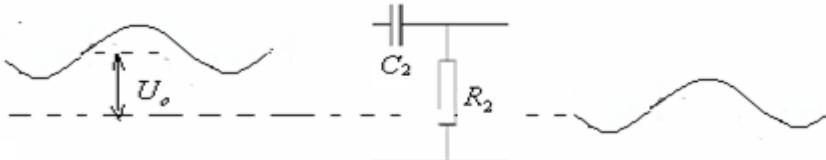
في المرحلة الأولى: الصمام الثنائي يزيل القيم السالبة (التفويم) .
الجزء المتبقى من الحاملة ، تتم إزالته باستعمال كاشف الغلاف .



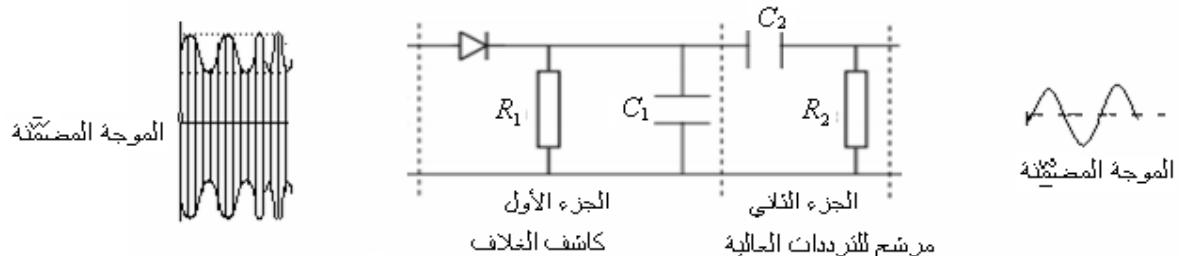
بنية دارة كاشف الغلاف

بتجميع صمام ثنايي وثنايي قطب (RC على التوازي) نحصل على كاشف الغلاف وهو رباعي قطب.

خلال تضمين الوسعة تتم إضافة مركبة مستمرة U التي يجب حذفها عند إزالة التضمين من أجل ذلك تستعمل مرشحًا للتواترات العالية بحيث يقوم المكثف C_2 بإزالة المركبة المستمرة للتواتر .



وبالتالي دارة إزالة التضمين هي كما يلى:



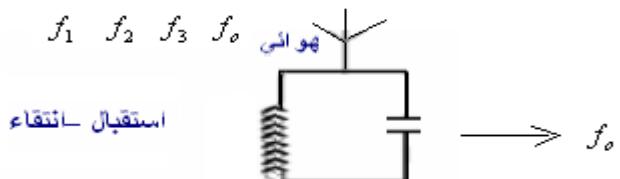
كافش الغلاف يقوم بإزالة القيم السالبة ثم إزالة ما ينافي من الموجة الحاملة فتحصل على غلاف الموجة المصبتة الذي بواسطته الموجة المصبننة في حالة التضمين الجيد .

وفي المرحلة الأخيرة يقوم المرشح للتراث العالية بإزالة المركبة المستمرة للتواتر المستمر .

III- إنجاز جهاز استقبال بث إذاعي يتضمن الوسعة

(1) مبدأ اشتغال مرشح ممر للمنطقة:

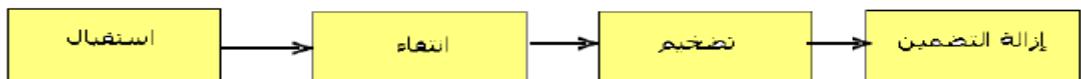
الدارة المقوالية LC مرشح ممر للمنطقة ، بحيث تسمح بمرور إشارات ذات ترددات ذات موافقة لتردد الخاص .



للتلقاء إرسال واحد أو محطة يتلزم التوفيق بين التردد الخاص f_r للدارة LC التي تستقبل الإرسال وتردد الموجة المنبعثة من المحطة ، ويتم ذلك بتغيير معامل التحرير ، أو سعة المكثف .

(2) إنجاز جهاز مستقبل راديو بسيط :

نظراً لكون الموجات الملقطة من طرف الهوائي ضعيفة ، يتم تضخيمها قبل إزالة التضمينها .



يتكون المستقبل "راديو AM" من :

- هوائي يلقط موجات الراديو .
- ثانوي قطب LC يتلقى المحطة المرغوب فيها .
- مضخم التواتر المضمن المُنتقى :
- دارة إزالة تضمين الوسعة تسمح باسترجاع الإشارة المصبننة ، وهي مكونة من دارة كافش الغلاف ومرشح ممر للتواترات العالية .

