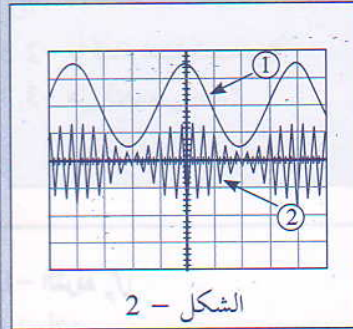
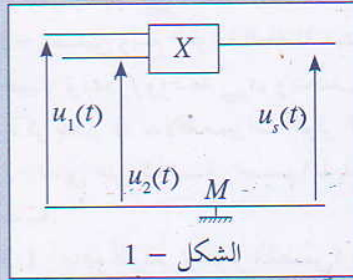


التمرين 1



نستعمل، لإرسال موجة كهرومغناطيسية، توترين جيبيين معادلتهما:

$$p_s(t) = u_{2m} \cos(2\pi F.t)$$

$$u_s(t) = U_0 + s_m \cos(2\pi ft)$$

و نطبق هذين التوترين على مدخلي دائرة متكاملة منجزة للجداء (الشكل 1 - 1)، فنحصل عند الخروج على توتر  $u_s(t) = k.u_1(t).p(t)$  :  $k$  ثابتة موجبة

بواسطة راسم التذبذب نعاين، على التوالي، التوترين  $u_s(t)$  و  $u_1(t)$ ، فنحصل على الشكل - 2. قبل تطبيق التوترين، البقعة الضوئية لراسم التذبذب مطابقة لمحور الزمن. أثناء معاينة التوترين تم ضبط الحساسية الرأسية على  $1V/div$ ، والحساسية الأفقية على  $50\mu s/div$

- 1- عين على الشكل - 2 المنحنى الذي يوافق الإشارة المضمّنة من الإشارة المضمّنة، أو الموجة الحاملة. علل جوابك.
- 2- هل التوتر  $u_1(t)$  يوافق الإشارة المضمّنة أو الموجة الحاملة؟
- 3- حدد التردد  $f_s$  للإشارة المضمّنة.
- 3-2- حدد التردد  $f_p$  للإشارة الحاملة.
- 4- هل التضمين جيد؟ علل جوابك.
- 5- كيف يكون شكل الإشارة إذا تم حذف قاعدة الزمن لراسم التذبذب؟

الحل

$$f_s = \frac{1}{T_s}$$

$$f_s = 5.10^3 \text{ Hz} = 5 \text{ KHz}$$

إذن:

1- مدلول كل منحنى:

المنحنى ① يوافق الإشارة المضمّنة، لأن ترددها منخفض ولأنها توافق غلاف المنحنى ②. المنحنى ② يوافق الإشارة المضمّنة، لأن وسعها يتغير مع الزمن.

2.3- تعيين  $f_p$ :

2- مدلول  $u_1(t)$ :

على المنحنى ② الشكل - 2 نعاين عشر تذبذبات للإشارة الحاملة خلال دور واحد للإشارة المضمّنة

$$f_p = 10f_s \text{ ، ومنه: } f_p = 50 \text{ KHz}$$

4- جودة التضمين:

يحتوي التوتر  $u_1(t)$  على مركبة مستمر  $U_0$ ، وبالتالي فهو توتر مضمّن؛ في حين يوافق التوتر  $u_2(t)$  الإشارة الحاملة.

للاشارة الموجب للإشارة المضمّنة شكل منحنى الإشارة المضمّنة نفسه، وبالتالي التضمين جيد.

5- شكل الإشارة:

1.3- تعيين  $f_s$ :

عند حذف قاعدة الزمن لراسم التذبذب نعاين التوتر المضمّن بدلالة التوتر المضمّن. وبما أن التضمين جيد نحصل على منحنى على شكل شبه منحرف.

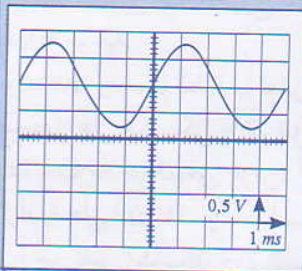
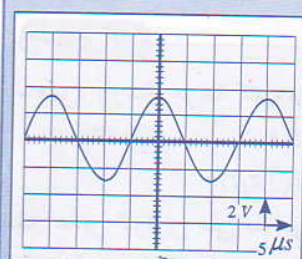
$$T_s = 4.50 = 200 \mu s$$

من الشكل - 2 لدينا:

$$T_s = 2.10^{-4} s$$

التمرين 2

نحقق تجربة التضمين انطلاقاً من توترين جيبيين، تمثل الوثيقة أسفله معاينة توتر الإشارة الحاملة على شاشة راسم التذبذب.



1- ماهو التردد  $f_p$  لتوتر الحاملة؟

وماهو وسعها  $P_{max}$ ؟

2- لتضمين وسع الموجة الحاملة نستعمل توتراً مُضمّناً *Tension modulante* جيبياً، تردده  $f_s$  ووسعه  $S_{max}$ ، وبتخلف  $U_0$ . نرسم  $m$  لنسبة التضمين. ذكر بتعبير  $m$  بدلالة مميزات التوتر المُضمّن.

3- نعاين على شاشة راسم التذبذب، التوتر المُضمّن، فنحصل على الشكل جانبه:

1.3- ماهو التردد  $f_s$  للتوتر المُضمّن؟ ما وسعه  $S_{max}$ ؟ وما قيمة التوتر المستمر  $U_0$ ؟

2.3- ما قيمة نسبة التضمين؟

3.3- هل التضمين جيد؟

### الحل

بيانيا:  $T_s = 4.10^{-3}s$

إذن:  $f_s = \frac{1}{4.10^{-3}} = 250Hz$

الوسع  $S_{max}$ :  $S_{max} = \frac{2,8}{2} \cdot 0,5 = 0,7V$

بيانيا:  $T_p = 20.10^{-6}s$

إذن:  $f_p = \frac{1}{20.10^{-6}} = 50.000Hz = 50KHz$

الوسع  $p_{max}$ :  $p_{max} = 1,6.2 = 3,24V$

بيانيا:  $m = \frac{S_{max}}{U_0}$

ت.ع:  $m = \frac{0,7}{1} = 0,7$

3.3- جودة التضمين: يكون التضمين جيداً إذا كانت نسبة التضمين  $m < 1$ .

إذن التضمين جيد في هذه الحالة.  $m = 0,7$

1- التردد  $f_p$ :

نعلم أن:  $f_p = \frac{1}{T_p}$

بيانيا:  $T_p = 4.5.10^{-6}$

بيانيا:  $T_p = 20.10^{-6}s$

إذن:  $f_p = \frac{1}{20.10^{-6}} = 50.000Hz = 50KHz$

الوسع  $p_{max}$ :  $p_{max} = 1,6.2 = 3,24V$

بيانيا:  $m = \frac{S_{max}}{U_0}$

يعبر عن نسبة التضمين بـ:  $m = \frac{S_{max}}{U_0}$

حيث:  $S_{max}$ : وسع التوتر المُضمّن (*modulant*) و  $U_0$ : المركبة المستمرة.

1.3- التردد  $f_s$ :

نعلم أن:  $f_s = \frac{1}{T_s}$

### التمرين 3

تم الحصول، أثناء إنجاز تجارب بتضمين الوسع انطلاقاً من توترين جيبيين على الشكلين 1 و 2:

1- ماذا يمكن أن نقول عن جودة التضمين بالنسبة لكل حالة؟ ما اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل 2؟

2- تعبّر نسبة تضمين توتر مُضمّن (*modulée*) بالوسع هو:  $m = \frac{u_{max} - u_{min}}{u_{max} + u_{min}}$

1.2- ما الشرط الذي يجب أن تحققه  $m$  للحصول على تضمين جيد.

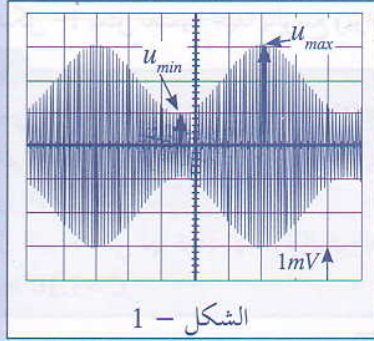
2.2- احسب قيم  $m$  في كل حالة. هل النتائج تؤكد جواب السؤال 1

تضمين الوسع

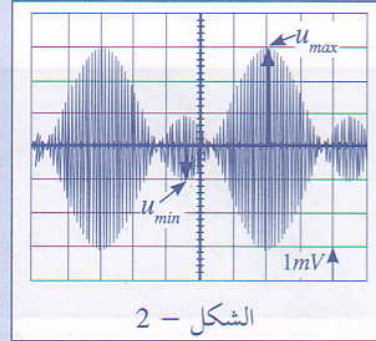
3- لمعاينة التوتر المضمّن بشكل مغاير نستعمل قاعدة شبه المنحرف، فنحصل على الرسمين التذبذبيين الممثلين في الشكلين 3 و 4:

1.3- صف بإيجاز طريقة شبه المنحرف.

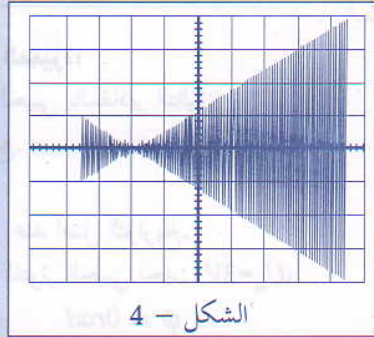
2.3- أقرن كل رسم تذبذبي (الشكلين 3 و 4) بالرسمين: الشكل - 1 والشكل - 2.



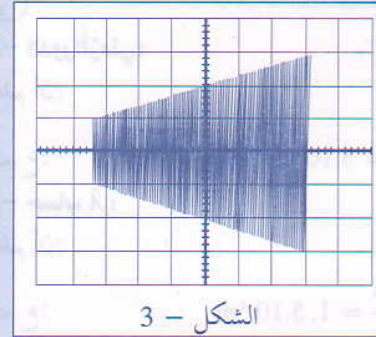
الشكل - 1



الشكل - 2



الشكل - 4



الشكل - 3

### الحل

$$m_1 = \frac{3 - 1}{3 + 1} = \frac{2}{4} = 0,5$$

إذن:

- بالنسبة للشكل -2:

$$U_{min} = -1V \quad \text{و} \quad U_{max} = 3mV$$

$$m_2 = \frac{3 + 1}{3 - 1} = \frac{4}{2} = 2$$

إذن:

$m_1 < 1$ ، وبالتالي التضمين جيد.

$m_2 > 1$ ، وبالتالي التضمين رديء: ظاهرة فوق التضمين. تؤكد هذه النتائج ما تم التوصل إليه في جواب السؤال 1.

### 1.3- وصف طريقة شبه المنحرف:

تتلخص طريقة شبه المنحرف فيما يلي:

- ربط التوتر المضمّن  $s(t)$  بالمدخل  $y_1$  لراسم التذبذب.

- ربط التوتر المضمّن  $u_s(t)$  بالمدخل  $y_2$  لراسم التذبذب.

### 1- حالة التضمين:

بالنسبة للشكل -1 نلاحظ أن غلاف التوتر المضمّن  $u_s(t)$  مطابق للتوتر المضمّن  $s(t)$ ، وبالتالي يكون التضمين في هذه الحالة جيداً. وبالنسبة للشكل -2 نلاحظ أن غلاف التوتر المضمّن مخالف للتوتر المضمّن، وبالتالي يكون التضمين في هذه الحالة رديئاً.

الظاهرة التي يبرزها الشكل -2 ظاهرة فوق التضمين *surmodulation*.

### 1.2- شرط $m$ :

للحصول على تضمين جيد يجب أن تكون نسبة التضمين:  $m < 1$ .

### 2.2- حساب قيم $m$ :

- بالنسبة للشكل -1:

$$U_{min} = 1mV \quad \text{و} \quad U_{max} = 3mV$$

- إزالة الكسح لرسم التذبذب.  
عندها نحصل على شاشة راسم التذبذب على شكل شبه منحرف.
- شبه المنحرف الشكل -أ-.
- بالنسبة للشكل -2 يمثل تضمينا رديفا بالوسع ويوافق الشكل -ب-.

### 2.3 - مداول كل منحني:

- بالنسبة للشكل -1 يمثل تضمينا جيدا بالوسع ويوافق

### التمرين 4

تعبير توتر جيبي يكتب:  $u(t) = 3 \cos(2\pi \cdot 200t)$

- 1- ما المقادير المميزة للتوتر الجيبي. حدد قيمها ووحدتها؟
  - 2- عين الدور الزمني للتوتر.
  - 3- عين طول الموجة التي لها تردد الإشارة المقرونة بالتوتر نفسه.
- نعطي:  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

### الحل

#### 2- الدور الزمني:

نعلم أن:

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{200} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

#### 3- حساب $\lambda$ :

نعلم أن:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{200} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ m}$$

#### 1- المقادير المميزة:

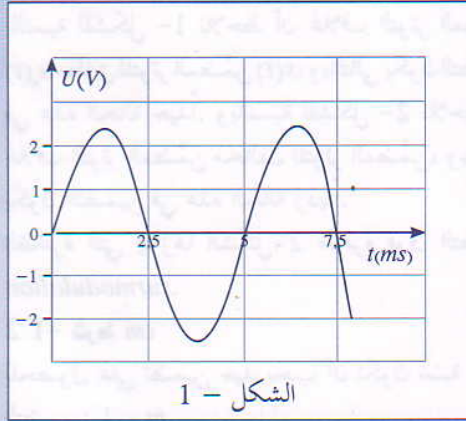
يتميز التوتر الجيبي بالمقادير التالية:

- $U_m$ : الوسع.
  - $f$ : التردد.
  - $\varphi$ : الطور عند أصل التواريخ.
- بالنسبة للتوتر الجيبي نجد:  $U_m = 3V$ ,  $\varphi = 0 \text{ rad}$ ,  $f = 200 \text{ Hz}$

### التمرين 5

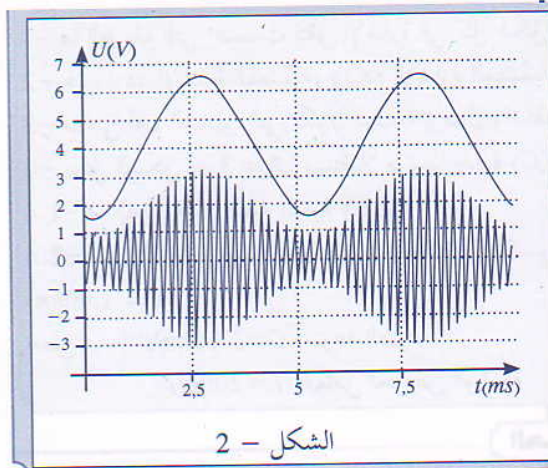
التعبير العام لتوتر جيبي يكتب:  $u(t) = U_m \cos(2\pi f t + \varphi)$

يمثل الشكل 1 جانبه التوتر المعبر عن إشارة كهربائية.



الشكل - 1

- 1.1- عين مبيانياً:
  - وسع الإشارة  $U_m$ .
  - ترددها  $f$ .
  - الطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ.
- 2.1- أعط تعبیر  $u(t)$
- 2- في حالة إرسال الموجة السابقة باستعمال هوائي باعث.
  - 1.1- احسب طول الموجة، نعطي  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .
  - 2.2- ما الطول  $l$  الذي يجب أن يكون الهوائي كي يتم التقاط الموجة.
  - 3- لاستقبال الموجة في ظروف جيدة يتم إرسالها اعتماداً على مبدأ التضمين، يمثل الشكل 2 الموجة الحاملة المستعملة.



- 1.3- أي نوع من التضمين تم استعماله؟ علل جوابك.  
2.3- عين  $F_p$  تردد الموجة الحاملة.

### الحل

#### 1.1- التعيين المبياني:

\* مبيانيا: نجد:

- الوسع:

- التردد:

\* مبيانيا:

إن:

- الطور عند أصل التواريخ:

$$U_m = 2,4V$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = 5ms$$

$$f = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200Hz$$

عند:  $t=0$  فإن:  $u(t=0) = 0$

$$\cos \varphi = \frac{u(t=0)}{U_m} = \frac{0}{2,5} = 0$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

#### 2.1- تعبير $u_1(t)$ :

$$u(t) = 2,5 \cos(2\pi \cdot 200t + \frac{\pi}{2})$$

#### 1.2- حساب $\lambda$ :

نعلم أن:

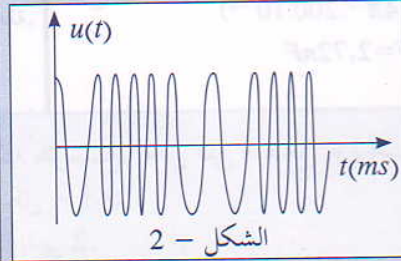
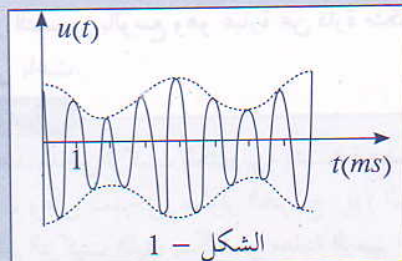
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

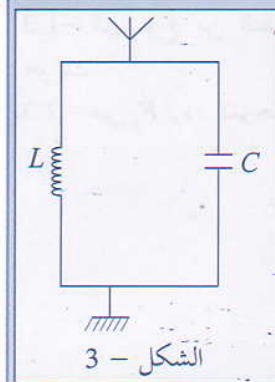
$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{200} = 1,510^6 m$$

ت.ع:

### التمرين B

تمثل الأشكال أسفله طريقتين لنقل إشارة:





- 1- ما الطريقة التي اعتمدت لنقل الإشارة في كل شكل؟
- 2- عين تردد الإشارة المضمّنة، وتردد الإشارة المضمّنة في الشكل -1.
- 3- ما هي أهم العناصر التي تكون سلسلة إرسال واستقبال إشارة كهرمغناطيسية.
- 4- يمثل الشكل - 3 هوائيا مستقبلا مرتبطا بدارة (L,C) متوازية:
  - 1.4- ما الدور الذي تلعبه الدارة (L,C).
  - 2.4- ما القيمة اللازم إعطاؤها للمكثف C كي يتم التقاط موجة راديو (λ = 1389m).  
نعطي: C=3.10<sup>8</sup>m.s<sup>-1</sup> سرعة الضوء  
L=200μH معامل تحريض الوشيعه

### الحل

#### 1- الطريقة:

الطريقة التي تم اعتمادها لنقل المعلومة: التضمين.

- بالنسبة للشكل - 1: التضمين بالوسع

- بالنسبة للشكل - 2: التضمين بالتردد

#### 2- تعيين التردد:

- بالنسبة للإشارة المضمّنة

ميانيا:  $T_s = 4ms$

إذن:  $f_s = \frac{1}{T_s}$

$$f_s = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250Hz$$

- بالنسبة للإشارة المضمّنة (الحاملة)

ميانيا:  $T_p = 1ms$

إذن:  $f_p = \frac{1}{T_p}$

$$f_p = \frac{1}{10^{-3}} = 1000Hz = 1KHz$$

#### 3- عناصر السلسلة:

تكون سلسلة إرسال واستقبال إشارة كهرمغناطيسية

من العناصر التالية:

- مضخم يستقبل ويضخم الإشارة المضمّنة المراد نقلها.

- متذبذب ذو تردد عال، يحدث موجة حاملة ترددها  $f_p$ .

- جهاز التضمين بالوسع وهو عبارة عن دارة متكاملة.

- هوائي باعث.

#### التمرين 7

نطبق، عند مدخل تركيب إلكتروني، إشارة مضمّنة بالوسع. نعاين على المدخل  $U_1$  لرسم التذبذب الإشارة

المضمّنة، وعلى المدخل  $U_2$  لآلوتوتر الخروج  $U_3$  (الشكل - 1).

1- ارسم التركيب الذي يمكن من معاينة الرسم التذبذبي 2.

- هوائي مستقبل مرشح فارز يسمح بمرور إشارات

ذات ترددات موزعة حول  $f_p$ .

- جهاز إزالة التضمين يمكن من عزل الإشارة المحتوية

للمعلومة عن الموجة الحاملة.

#### 1.4- دور الدارة (L,C):

الدارة (LC) عبارة عن متذبذب كهربائي، تخضع

لتذبذبات قسرية (الإشارة المستقبلة بالهوائي)، وتلعب

دور مرشح ممر للمنطقة الممرزة حول التردد الخاص

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

لهذا يجب ضبط مميزات الدارة (قيم L و C) كي يطابق

التردد  $f_0$  تردد الموجة الحاملة  $f_p$ .

#### 2.4- تعيين قيمة C:

تردد الموجة الحاملة F يحقق الشرط:

$$F = f_0 \quad \text{مع:} \quad F = \frac{c}{\lambda}$$

$$F = \frac{3.10^8}{1389} = 2,16.10^5 Hz = 216 KHz$$

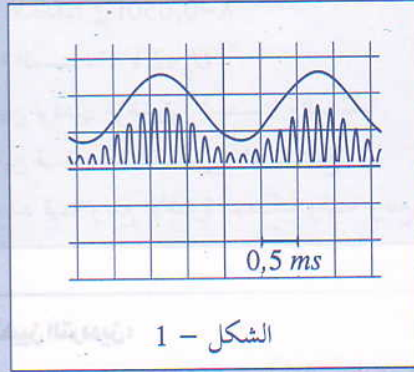
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = F = \frac{c}{\lambda} \quad \text{ومنه:}$$

$$C = \frac{\lambda^2}{c^2 \cdot 4\pi^2 L}$$

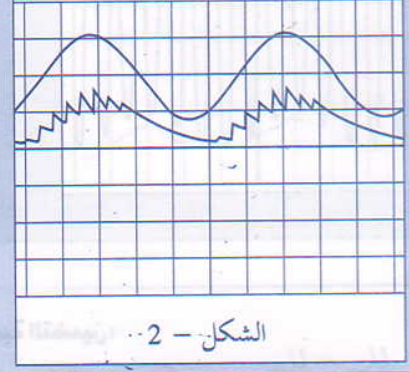
$$C = \frac{(1389)^2}{(3.10^8)^2 (4\pi^2 \cdot 200 \cdot 10^{-6})} \quad \text{ت.ع:}$$

$$C = 2,72 \cdot 10^{-9} F = 2,72 nF$$

- 2- باستعمال الرسم التذبذبي ( الشكل - 1 ) عين كلا من تردد الإشارة المضمّنة، وتردد الموجة الحاملة.  
 3- أتمم التركيب السابق للحصول على إزالة تضمين كامل كما يمثل الرسم التذبذبي الشكل - 2 .  
 4- أعط تعبير  $\tau$  ثابتة الزمن. وأعط تأطيراً لها.  
 5- نستعمل موصلاً أومياً مقاومته  $R = 10k\Omega$ ، عين مجال القيم الممكنة لقيمة  $C$  سعة المكثف.



الشكل - 1



الشكل - 2

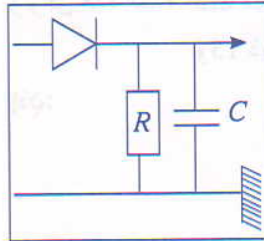
### الحل

#### 1- التركيب:

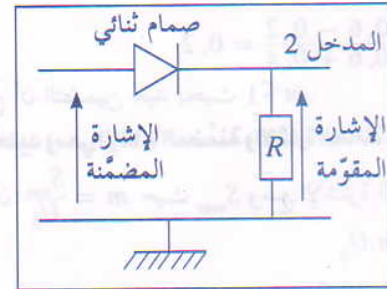
نعين على المدخل  $y_2$  إشارة مقومة، للحصول على هذه الإشارة نستعمل التركيب أسفله الذي يتضمن صماماً ثنائياً.

وبالتالي:  $f_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{0,16 \cdot 10^{-3}} = 6250 \text{ Hz}$

#### 3- إزالة التضمين:



للحصول على الرسم التذبذبي، تتم إضافة مكثف مركب على التوازي مع الموصل الأومي ويسمى هذا التركيب بكاشف الغلاف:



#### 4- تعبير $\tau$ ثابتة الزمن:

نعلم أن:  $\tau = R \cdot C$  وللحصول على إزالة تضمين جيد يجب  $\frac{1}{f_p} \ll \tau < \frac{1}{f_s}$

$$T_p \ll \tau < T_s$$

$$0,16 \text{ ms} < \tau < 2 \text{ ms}$$

ومنه:

#### 5- تعيين مجال قيم $C$ :

$$0,16 \text{ ms} < \tau < 2 \text{ ms}$$

لدينا:

$$0,16 \text{ ms} < RC < 2 \text{ ms}$$

أي:

$$\frac{0,16 \text{ ms}}{R} < C < \frac{2 \text{ ms}}{R}$$

$$\frac{0,16 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^3} < C < \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^3}$$

ت.ع:

$$0,16 \cdot 10^{-7} \text{ F} < C < 2 \cdot 10^{-7} \text{ F}$$

$$16 \text{ nF} < C < 200 \text{ nF}$$

#### 2- تعيين $f_p$ و $f_s$ :

- بالنسبة للإشارة المضمّنة:

مبيانيا:

$$T_s = 4,0,5$$

$$T_p = 2 \text{ ms}$$

$$f_s = \frac{1}{T_s}$$

نعلم أن:

$$f_s = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Hz}$$

- بالنسبة للموجة الحاملة:

$$12T_p = 4,0,5 = 2 \text{ ms}$$

أي: