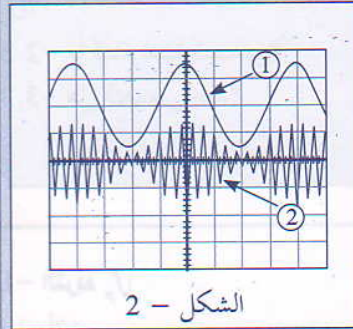
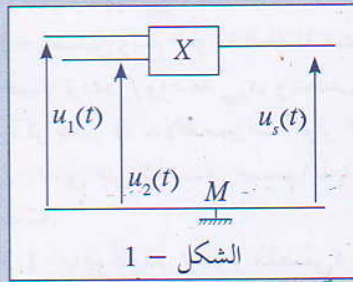


التمرين 1



نستعمل، لإرسال موجة كهرومغناطيسية، توترين جيبيين معادلتهما:

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

$$u_1(t) = U_0 + s_m \cos(2\pi f.t)$$

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

بواسطة راسم التذبذب نعاين، على التوالي، التوترين $u_1(t)$ و $u_s(t)$ ، 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 المضمنة من الإشارة المضمنة، أو الموجة الحاملة. علل جوابك.
- 2- هل التوتر $u_1(t)$ يوافق الإشارة المضمنة أو الموجة الحاملة؟
- 3- حدد التردد f_s للإشارة المضمنة.
- 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

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

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

2.3- تعيين f_p :

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

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

4- جودة التضمين:

للالاف الموجب للإشارة المضمنة شكل منحنى الإشارة المضمنة نفسه، وبالتالي التضمين جيد.

5- شكل الإشارة:

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

1- مدلول كل منحنى:

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

2- مدلول $u_1(t)$:

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

1.3- تعيين f_s :

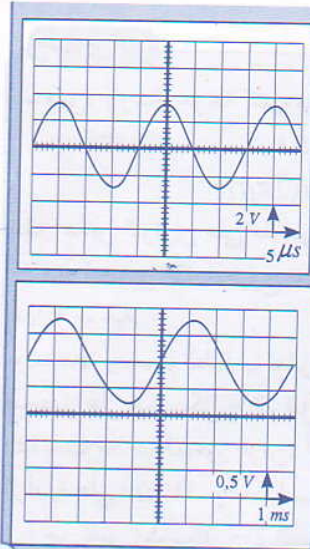
من الشكل 2- لدينا:

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

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

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؟ وما هو وسعها P_{max} ؟
- 2- لتضمين وسع الموجة الحاملة نستعمل توتراً مُضمّناً *Tension modulante* جيبياً، تردده f_s ووسعه S_{max} ، وبتخلف U_0 . نرمز ب 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

- 1- التردد f_p :
نعلم أن: $f_p = \frac{1}{T_p}$
مبيانيا: $T_p = 4.5 \cdot 10^{-6}$
إذن: $f_p = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6}} = 50.000 \text{ Hz} = 50 \text{ KHz}$
- الوسع p_{max} :
مبيانيا: $p_{max} = 1,6 \cdot 2 = 3,24 \text{ V}$
- 2- تعبیر m :
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: $f_s = \frac{1}{T_s}$
- مبيانيا: $T_s = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
إذن: $f_s = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ Hz}$
- الوسع S_{max} :
مبيانيا: $S_{max} = \frac{2,8}{2} \cdot 0,5 = 0,7 \text{ V}$
- 2.3- نسبة التضمين:
لدينا: $m = \frac{S_{max}}{U_0}$
ت.ع: $m = \frac{0,7}{1} = 0,7$
- 3.3- جودة التضمين:
يكون التضمين جيداً إذا كانت نسبة التضمين $m < 1$.
إذن $m = 0,7$ إذن التضمين جيد في هذه الحالة.

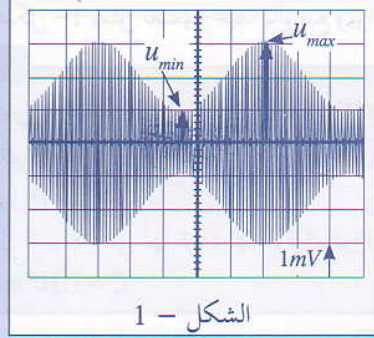
التمرين 3

- 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- تعبیر 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

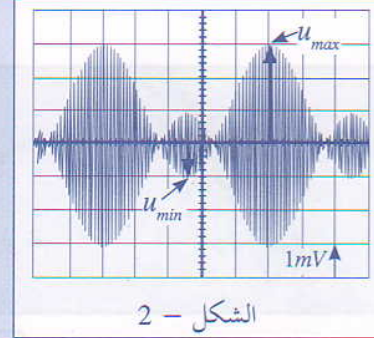
3- لمعاينة التوتر المضمّن بشكل مغاير نستعمل قاعدة شبه المنحرف، فنحصل على الرسمين التذبذبيين الممثلين في الشكلين 3 و 4:

1.3- صف بإيجاز طريقة شبه المنحرف.

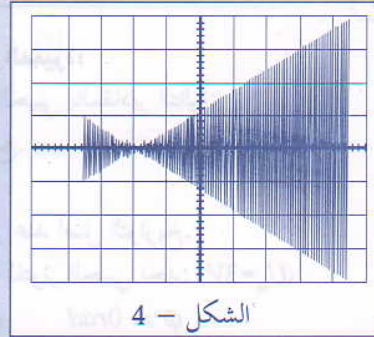
2.3- أقرن كل رسم تذبذبي (الشكلين 3 و 4) بالرسمين: الشكل - 1 والشكل - 2.



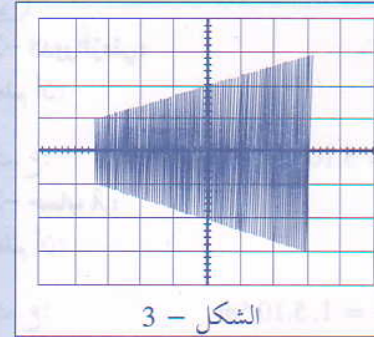
الشكل - 1



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.
- بالنسبة للشكل 2- يمثل تضمينا رديفا بالوسع ويوافق الشكل -ب-.

2.3- مدلول 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

1- المقادير المميزة:

يتميز التوتر الجيبي بالمقادير التالية:

- U_m : الوسع.

- f : التردد.

- φ : الطور عند أصل التواريخ.

بالنسبة للتوتر الجيبي نجد: $U_m = 3V$

$f = 200 \text{ Hz}$, $\varphi = 0 \text{ rad}$

2- الدور الزمني:

نعلم أن:

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

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

ت.ع:

3- حساب λ :

نعلم أن:

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

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

ت.ع:

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.

1.1- عين مبيانياً:

- وسع الإشارة: U_m

- ترددها f

- الطور φ عند أصل التواريخ.

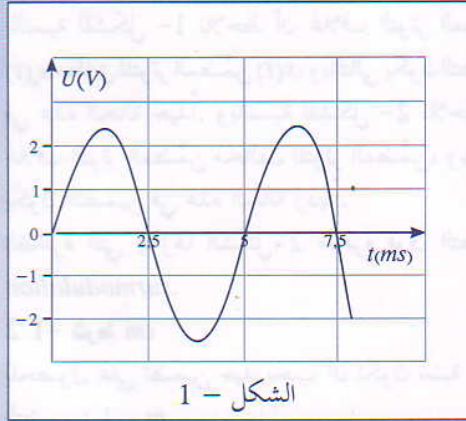
2.1- أعط تعبير $u(t)$

2- في حالة إرسال الموجة السابقة باستعمال هوائي باعث.

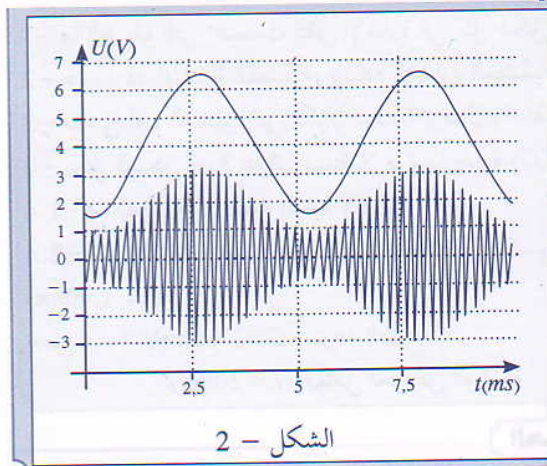
1.1- احسب طول الموجة، نعطي $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

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.



الشكل - 1



- 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 λ :

نعلم أن:

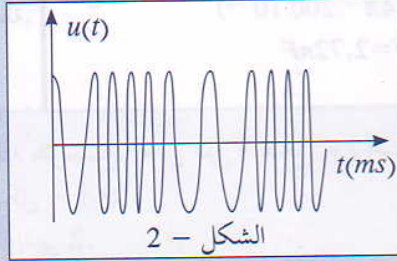
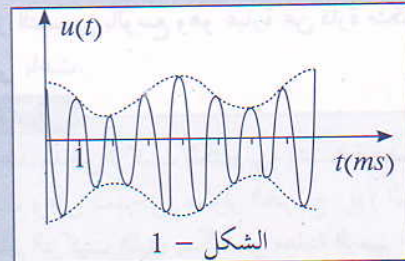
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

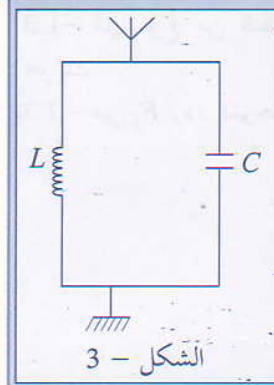
$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{200} = 1,510^6 m$$

ت.ع:

التمرين B

تمثل الأشكال أسفله طريقتين لنقل إشارة:





- 1- ما الطريقة التي اعتمدت لنقل الإشارة في كل شكل؟
- 2- عين تردد الإشارة المضمنة، وتردد الإشارة المضمنة في الشكل -1.
- 3- ما هي أهم العناصر التي تكون سلسلة إرسال واستقبال إشارة كهرومغناطيسية.
- 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 = 3.10⁸ m.s⁻¹ سرعة الضوء
L = 200 μH معامل تحريض الوشيع

الحل

- 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 الممركزة 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:

$$F = f_0$$

مع:

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

ت.ع: $F = \frac{3.10^8}{1389} = 2,16.10^5 \text{ Hz} = 216 \text{ KHz}$

ومنه:

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

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

ت.ع:

$$C = \frac{(1389)^2}{(3.10^8)^2 (4\pi^2 \cdot 200 \cdot 10^{-6})}$$

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

1- الطريقة:

- الطريقة التي تم اعتمادها لنقل المعلومة: التضمين.
- بالنسبة للشكل -1: التضمين بالوسع
 - بالنسبة للشكل -2: التضمين بالتردد

2- تعيين التردد:

- بالنسبة للإشارة المضمنة

ميانيا:

إذن:

$$T_s = 4 \text{ ms}$$

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

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

- بالنسبة للإشارة المضمنة (الحاملة)

ميانيا:

إذن:

$$T_p = 1 \text{ ms}$$

$$f_p = \frac{1}{T_p}$$

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

3- عناصر السلسلة:

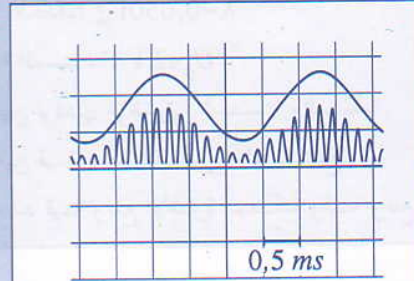
- تكون سلسلة إرسال واستقبال إشارة كهرومغناطيسية من العناصر التالية:
- مضخم يستقبل ويضخم الإشارة المضمنة المراد نقلها.

- 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 مضمنة بالوسع. نعين على المدخل y_1 لرسم التذبذب الإشارة المضمنة، وعلى المدخل y_2 توتر الخروج u_s (الشكل -1).
- 1- ارسم التركيب الذي يمكن من معاينة الرسم التذبذبي 2.

- 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 τ ثابتة الزمن. وأعط تأطيراً لها.
- 5- نستعمل موصلًا أوميًا مقاومته $R = 10k\Omega$ ، عين مجال القيم الممكنة لقيمة C سعة المكثف.



الشكل - 1



الشكل - 2

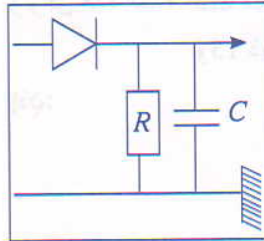
الحل

1- التركيب:

نعاين على المدخل y_2 إشارة مقومة، للحصول على هذه الإشارة نستعمل التركيب أسفله الذي يتضمن صمامًا ثنائيًا.

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:

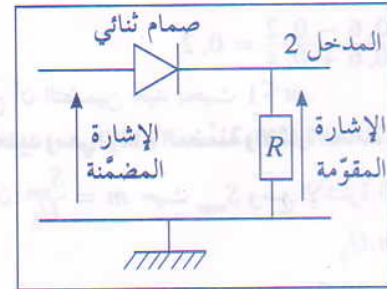
4- تعبير τ ثابتة الزمن:

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

إذن: $T_p \ll \tau < T_s$
 $0,16 \text{ ms} < \tau < 2 \text{ ms}$

5- تعيين مجال قيم C :

لدينا: $0,16 \text{ ms} < \tau < 2 \text{ ms}$
 أي: $0,16 \text{ ms} < RC < 2 \text{ ms}$
 $\frac{0,16 \text{ ms}}{R} < C < \frac{2 \text{ ms}}{R}$
 $\frac{0,16 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^3} < C < \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^3}$
 $0,16 \cdot 10^{-7} \text{ F} < C < 2 \cdot 10^{-7} \text{ F}$
 $16 \text{ nF} < C < 200 \text{ nF}$



2- تعيين f_p و f_s :

- بالنسبة للإشارة المضمّنة: مبيانًا:

$T_s = 4,0,5$

$T_s = 2 \text{ ms}$

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

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

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

$T_p = 0,16 \text{ ms}$

- بالنسبة للموجة الحاملة:

أي: