التمرين 1

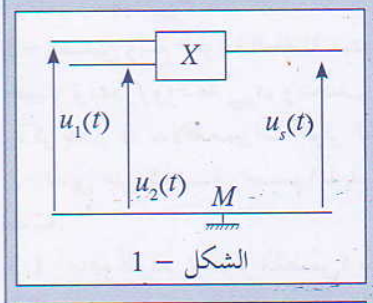
نستعمل، لإرسال موجة كهرمغنطيسية، توترين جيبيين معادلتاهما:

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

و $$u_1(t) = U_0 + s_m\cos(2\pi ft)$$

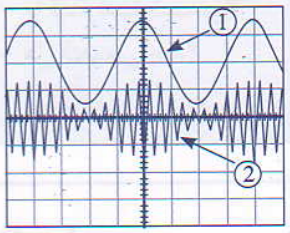
نطبق هذين التوترين على مدخلي دارة متكاملة منجزة للجداء (الشكل – 1)، فنحصل عند الخروج على توتر $u_s(t)$: $u_s(t)=k.u_1(t).p(t)$

k ثابتة موجبة



الشكل – 1

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



الشكل – 2

1- عين على الشكل – 2 المنحنى الذي يوافق الإشارة المضمَّنة من الإشارة المضمِّنة، أو الموجة الحاملة. علل جوابك.

2- هل التوتر $u_1(t)$ يوافق الإشارة المضمَّنة أو الموجة الحاملة؟

1.3- حدد التردد f_s للإشارة المضمِّنة.

2.3- 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

1- مدلول كل منحنى:

المنحنى ① يوافق الإشارة المضمِّنة، لأن ترددها منخفض ولأنها توافق غلاف المنحنى ②.

المنحنى ② يوافق الإشارة المضمَّنة، لأن وسعها يتغير مع الزمن.

2- مدلول $u_1(t)$:

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

1.3- تعيين f_s:

من الشكل –2 لدينا: $T_s=4.50=200\mu s$

$T_s=2.10^{-4}s$

إذن: $f_s=\frac{1}{T_s}$

$f_s=5.10^3\,Hz=5KHz$

2.3- تعيين f_p:

على المنحنى ② الشكل –2 نعاين عشر تذبذبات للإشارة الحاملة خلال دور واحد للإشارة المضمَّنة

إذن: $f_p=10f_s$ ، ومنه: $f_p=50KHz$

4- جودة التضمين:

للغلاف الموجب للإشارة المضمَّنة شكل منحنى الإشارة المضمِّنة نفسه، وبالتالي التضمين جيد.

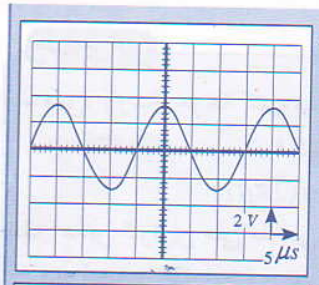
5- شكل الإشارة:

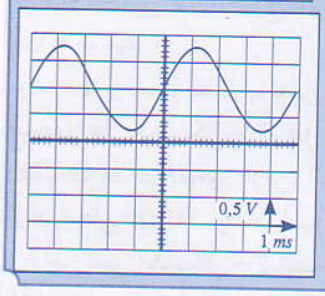
عند حذف قاعدة الزمن لراسم التذبذب نعاين التوتر المُضمَّن بدلالة التوتر المضمِّن . وبما أن التضمين جيد نحصل على منحنى على شكل شبه منحرف.

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 مُضمِّناً *Tension modulante* جيبيا، تردده f_s ووسعه s_{max}، وبتخلف U_0. نرمز ب m لنسبة التضمين.
ذكر بتعبير m بدلالة مميزات التوتر المُضمَّن.
3- نعاين على شاشة راسم التذبذب، التوتر المضمَّن، فنحصل على الشكل جانبه:





1.3- ماهو التردد f_s للتوتر المُضمَّن؟ 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: $T_p = 4.5.10^{-6}$

$T_p = 20.10^{-6}s$

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

- الوسع p_{max}:

مبيانيا: $p_{max} = 1,6.2 = 3,24V$

2- تعبير m:

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

حيث: S_{max}: وسع التوتر المُضمَّن (*modulant*)

و U_0: المركبة المستمرة.

1.3- التردد f_s:

نعلم أن: $f_s = \frac{1}{T_s}$

مبيانيا: $T_s = 4.10^{-3}s$

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

- الوسع S_{smax}:

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

- توتر التخلف U_o:

$U_0 = 2.0,5 = 1V$

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 $m<1$.

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

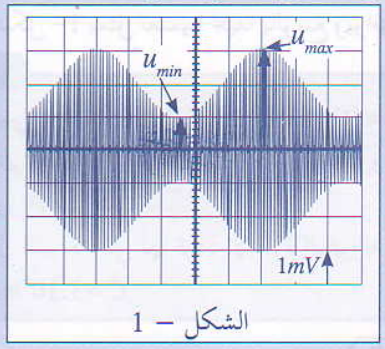
التمرين 3

تم الحصول، أثناء إنجاز تجارب بتضمين الوسع انطلاقا 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- تعبير نسبة تضمين توتر مُضمَّن (*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

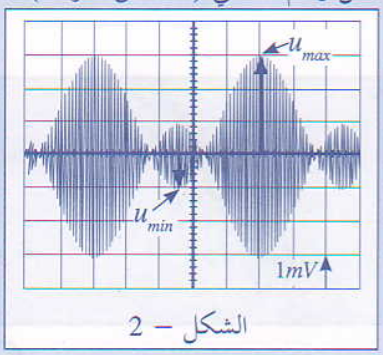
3- لمعاينة التوتر المُضمَّن بشكل مغاير نستعمل قاعدة شبه المنحرف، فنحصل على الرسمين التذبذبين الممثلين في الشكلين 3 و 4:

1.3- صف بإيجاز طريقة شبه المنحرف.

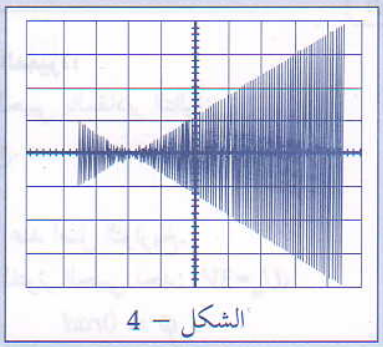
2.3- أقرن كل رسم تذبذبي (الشكلين 3 و 4) بالرسمين: الشكل - 1 والشكل - 2.

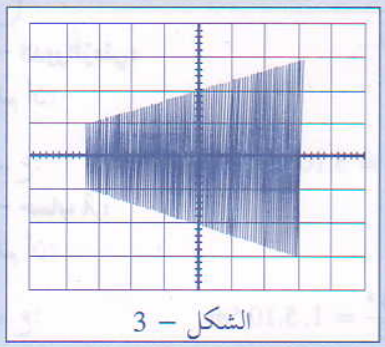


الشكل - 1



الشكل - 2


الشكل - 4


الشكل - 3

الحل

1- حالة التضمين:

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

مبيانيا: $U_{max}=3mV$ و $U_{min}=1mV$

إذن:

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

- بالنسبة للشكل -2:

مبيانيا: $U_{max}=3mV$ و $U_{min}=-1V$

إذن:

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

$m_1<1$، وبالتالي التضمين جيد.

$m_2>1$، وبالتالي التضمين رديء: ظاهرة فوق التضمين.

تؤكد هذه النتائج ما تم التوصل إليه في جواب السؤال 1.

3.1- وصف طريقة شبه المنحرف:

تتلخص طريقة شبه المنحرف فيما يلي:

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

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

- إزالة الكسح لراسم التذبذب.

عندها نحصل على شاشة راسم التذبذب على شكل شبه منحرف.

2.3- مدلول كل منحنى:

- بالنسبة للشكل -1 يمثل تضمينا جيدا بالوسع ويوافق شبه المنحرف الشكل -أ-.
- بالنسبة للشكل -2 يمثل تضمينا رديئا بالوسع ويوافق الشكل -ب-.

التمرين 4

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

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: $C=3.10^8 m/s$

الحـل

1- المقادير المميزة:

يتميز التوتر الجيبي بالمقادير التالية:

- U_m: الوسع.
- f: التردد.
- φ: الطور عند أصل التواريخ.

بالنسبة للتوتر الجيبي نجد: $U_m=3V$، $f=200Hz$، $\varphi = 0rad$

2- الدور الزمني:

نعلم أن: $T = \frac{1}{f}$

ت.ع: $T = \frac{1}{200} = 5.10^{-3} s$

3- حساب λ:

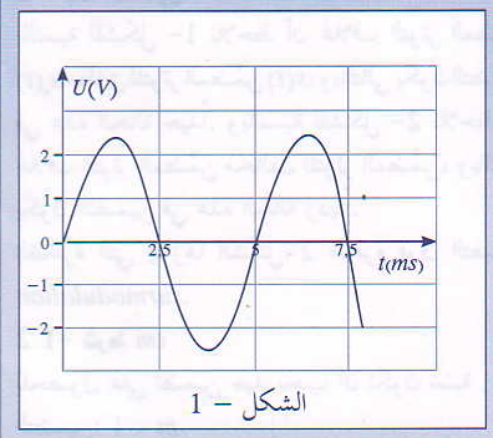
نعلم أن: $\lambda = c/f$

ت.ع: $\lambda = \frac{3.10^8}{200} = 1,5.10^6 m$

التمرين 5

التعبير العام لتوتر جيبي يكتب: $u_1(t) = U_m\cos(2\pi f.t + \varphi)$

يمثل الشكل 1 جانبه التوتر المعبر عن إشارة كهربائية.



الشكل – 1

1.1- عين مبيانياً:

- وسع الإشارة U_m.
- ترددها f
- الطور φ عند أصل التواريخ.

2.1- أعط تعبير $u_1(t)$

2- في حالة إرسال الموجة السابقة باستعمال هوائي باعث.

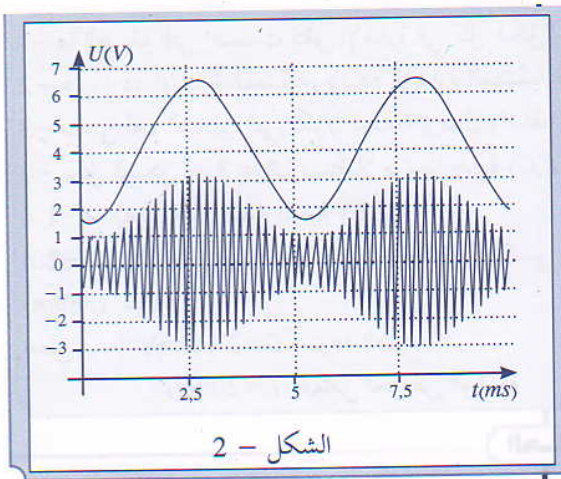
1.2- احسب طول الموجة، نعطي $C=3.10^8 m/s$.

2.2- ما الطول ℓ الذي يجب أن يكون الهوائي كي يتم التقاط الموجة.

3- لاستقبال الموجة في ظروف جيدة يتم إرسالها اعتماداً على مبدإ 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.



الشكل – 2

الحـل

1.1- التعيين المبياني:

* مبيانيا: نجد:

- الوسع: $U_m=2,4V$

- التردد: $f=\frac{1}{T}$

* مبيانيا: $T=5ms$

إذن: $f=\frac{1}{5.10^{-3}}=200Hz$

- الطور عند أصل التواريخ:

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 $u_1(t)$:

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

1.2- حساب λ:

نعلم أن: $\lambda=\frac{C}{f}$

ت.ع: $\lambda=\frac{3.10^8}{200}=1,5\,10^6 m$

2.2- طول الهوائي:

باعتبار أن الالتقـــاط للموجة يكون جيداً إذا كان طول الهوائي ℓ يساوي نصف طول الموجة، إذن:

$\ell=\frac{\lambda}{2}$

$\ell=\frac{1,5.10^6}{2}=7,5.10^5 m=7500Km$

1.3- نوع التضمين:

من خلال الشكل يتبين تغير وسع الموجة بدلالة الزمن، وبالتالي فالتضمين المستعمل هو تضمين بالوسع.

2.3- تعيين F_p:

لدينا من الشكل $25T_p=5ms$

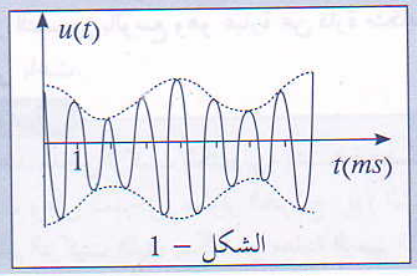
$T_p=0,2ms$

إذن: $F_p=\frac{1}{T_p}$

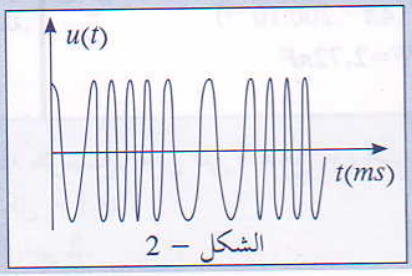
$F_p=\frac{1}{0,2.10^{-3}}=5000Hz=5KHz$

التمرين 6

تمثل الأشكال أسفله طريقتين لنقل إشارة:

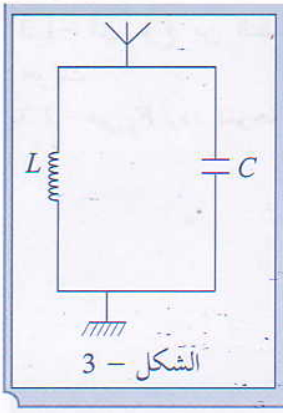


الشكل – 1



الشكل – 2

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 $(\lambda = 1389m)$.
نعطي: سرعة الضوء $C=3.10^8 m.s^{-1}$
معامل تحريض الوشيعة $L=200\mu H$



الشكل - 3

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
مبيانيا: $T_s=4ms$
إذن: $f_s = \frac{1}{T_s}$
$f_s = \frac{1}{4.10^{-3}} = 250Hz$
- بالنسبة للإشارة المضمّنة (الحاملة)
مبيانيا: $T_p=1ms$
إذن: $f_p = \frac{1}{T_p}$
$f_p = \frac{1}{10^{-3}} = 1000Hz = 1KHz$

3- عناصر السلسلة:
تتكون سلسلة إرسال واستقبال إشارة كهرمغناطيسية من العناصر التالية:
- مضخم يستقبل ويضخم الإشارة المضمّنة المراد نقلها.
- متذبذب ذو تردد عالٍ، يحدث موجة حاملة ترددها f_p.
- جهاز التضمين بالوسع وهو عبارة عن دارة متكاملة.
- هوائي باعث.
- 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 ممرر للمنطقة الممركزة حول التردد الخاص $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.
لهذا يجب ضبط مميزات الدارة (قيم L وC) كي يطابق التردد f_0 تردد الموجة الحاملة f_p.

2.4- تعيين قيمة C:
تردد الموجة الحاملة F يحقق الشرط: $F=f_o$
مع: $F = \frac{c}{\lambda}$
ت.ع: $F = \frac{3.10^8}{1389} = 2,16.10^5 Hz = 216\ KHz$
ومنه: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = F = \frac{c}{\lambda}$
$C = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2 L}$
ت.ع: $C = \frac{(1389)^2}{(3.10^8)^2(4\pi^2.200.10^{-6})}$
$C=2,72.10^{-9}F=2,72nF$

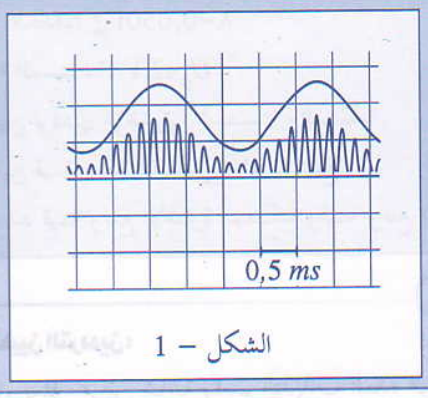
التمرين 7
نطبق، عند مدخل تركيب إلكتروني، إشارة مضمّنة بالوسع. نعاين على المدخل y_1 لراسم التذبذب الإشارة المضمّنة، وعلى المدخل y_2 توتر الخروج u_s (الشكل - 1).
1- ارسم التركيب الذي يمكن من معاينة الرسم التذبذبي 2.

2- باستعمال الرسم التذبذبي (الشكل – 1) عين كلا من تردد الإشارة المضمّنة، وتردد الموجة الحاملة.

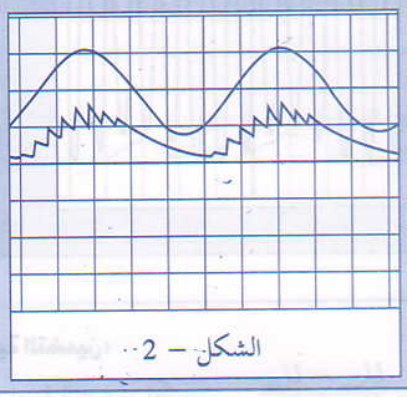
3- أتمم التركيب السابق للحصول على إزالة تضمين كامل كما يمثل الرسم التذبذبي الشكل – 2 .

4- أعط تعبير τ ثابتة الزمن. وأعط تأطيراً لها.

5- نستعمل موصلا أوميا مقاومته $R = 10k\Omega$، عين مجال القيم الممكنة لقيمة C سعة المكثف.



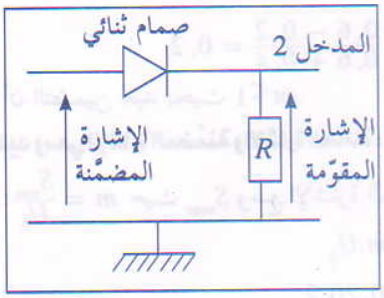
الشكل – 1


الشكل – 2

الحل

1- التركيب:

نعاين على المدخل y_2 إشارة مقوّمة، للحصول على هذه الإشارة نستعمل التركيب أسفله الذي يتضمن صماما ثنائيا.



2- تعيين f_s و f_p:

- بالنسبة للإشارة المضمّنة:

مبيانيا: $T_s = 4.0,5$

$T_s = 2\ ms$

نعلم أن: $f_s = \frac{1}{T_s}$

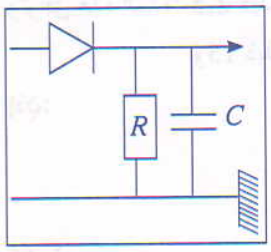
$f_s = \frac{1}{2.10^{-3}} = 500Hz$

- بالنسبة للموجة الحاملة: $12T_p = 4.0,5 = 2ms$

أي: $T_p = 0,16ms$

وبالتالي: $f_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{0,16.10^{-3}} = 6250Hz$

3- إزالة التضمين:



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

4- تعيين τ ثابتة الزمن:

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

إذن: $T_p \leqslant \tau < T_s$

ومنه: $0,16ms < \tau < 2ms$

5- تعيين مجال قيم C:

لدينا: $0,16ms < \tau < 2ms$

أي: $0,16ms < RC < 2ms$

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

ت . ع: $\frac{0,16.10^{-3}}{10.10^{3}} < C < \frac{2.10^{-3}}{10.10^{3}}$

$0,16.10^{-7}F < C < 2.10^{-7}F$

$16nF < C < 200nF$