

# الكهرباء في السنة الثانية من سلك بكالوريا الجزء الثالث

محددات علال

1 يناير 2014



# المحتويات

<b>5</b>	<b>I نقل المعلومات وتضمين الوسع لموجة كهرمغناطيسية</b>
<b>7</b>	<b>1 نقل المعلومة</b>
7	1.1 مفاهيم أولية
8	2.1 الموجات الكهرمغناطيسية
8	1.2.1 إرسال واستقبال موجة كهرمغناطيسية
9	3.1 تضمين توتر جيبي
9	1.3.1 ضرورة عملية التضمين
10	2.3.1 التوتر الجيبي
10	3.3.1 المقادير الممكنة تضمينها
<b>13</b>	<b>2 تضمين الوسع</b>
13	1.2 استعمال الدارة المتكاملة المنجزة للجداء AD633
14	2.2 إنجاز تضمين الوسع
14	1.2.2 الإبراز التجريبي لتضمين الوسع
15	2.2.2 تعبیر التوتر مضمن الوسع modulé tension la
16	3.2.2 جودة التضمين
17	3.2 إزالة التضمين
17	1.3.2 مراحل إزالة التضمين
18	4.2 إنجاز جهاز يستقبل بث إذاعي بتضمين الوسع
18	1.4.2 دراسة الدارة المتوازية LC : مرشح ممرر للمنطقة bande – passe
19	2.4.2 مبدأ اشتغال مرشح ممرر المنطقة
19	3.4.2 إنجاز جهاز مستقبل راديو بسيط



## **الباب I**

# **نقل المعلومات وتضمين الوسع لموجة كهرمغناطيسية**

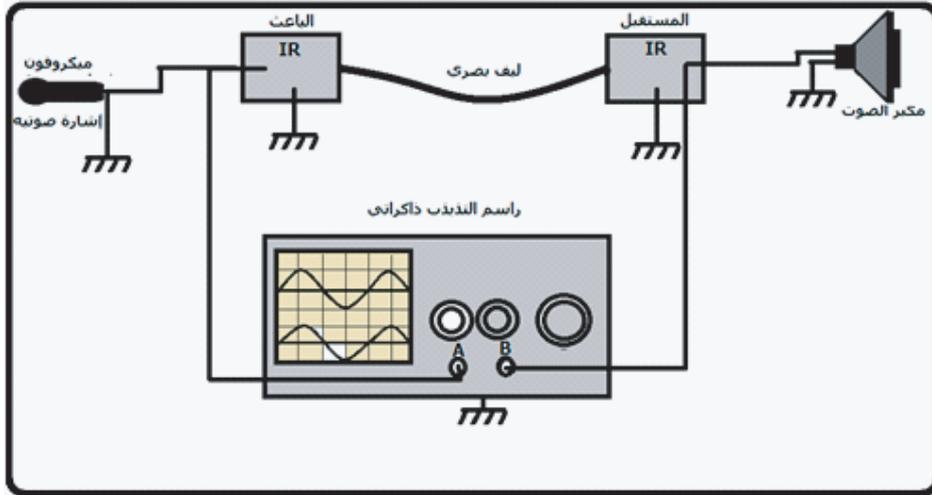


# الفصل 1

## نقل المعلومة

### 1.1 مفاهيم أولية

نحدث إشارة صوتية أمام الميكروفون ونسمع الصوت من مكبر الصوت .  
نعوض الميكروفون بمولد التردد المنخفض GBF ضبط على توتر متناوب جيبي تردده مسموع وقيمه 440Hz .  
نعين على شاشة راسم التذبذب الإشارتين ؛ المنبعثة من جهاز GBF والمستقبلة من طرف مكبر الصوت .  
الإشارة الصوتية المحدث أمام الميكروفون هي المعلومة المراد إرسالها .  
الميكروفون يحول الرسالة الصوتية إلى إشارة كهربائية ( توتر كهربائي )، مكبر الصوت يستقبل الإشارة الكهربائية ويحولها إلى إشارة صوتية أي الرسالة الصوتية .  
دور الليف البصري : مرشد الحزمة الضوئية guide d'onde أي أن الحزمة الضوئية الحاملة لإشارة الكهربائية تنتشر داخله



نسمي الحزمة الضوئية بالموجة الحاملة Onde porteuse فهي تتغير حسب الإشارة المراد نقلها ، نقول أن الحزمة الضوئية مضمّنة Modulé والعملية تسمى بالتضمين.

## الإشارة والموجة الحاملة

الموجة الحاملة موجة جيبية ترددها عال محصور بين 100KHz و 10GHz سرعة انتشارها تقارب سرعة الضوء في الفراغ .

## ما الإشارة المضمّنة ؟ وما الإشارة المضمّنة ؟

الإشارة المضمّنة ،هي الإشارة الكهربائية المراد إرسالها : المعلومة ذات تردد منخفض من 20Hz إلى 20KHz

الإشارة المضمّنة ،وهي في المثال أعلاه ، الحزمة الضوئية تسمى **الموجة الحاملة**  
نعرف عملية التضمين كالتالي :

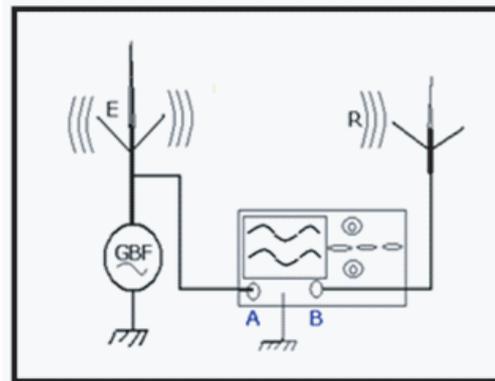
عندما تغير الإشارة إحدى مميزات الموجة الحاملة (الوسع أو التردد ) تسمى هذه العملية بالتضمين

**ملحوظة :** يمكن للموجة الحاملة أن تكون موجة ضوئية أو موجة هيرتزية ( الراديو ، الهاتف المحمول إلخ ..... ) . عند الاستقبال يجب فصل الإشارة ( المعلومة ) عن الموجة الحاملة تسمى هذه العملية **بإزالة التضمين**

## 2.1 الموجات الكهرومغناطيسية

## 1.2.1 إرسال واستقبال موجة كهرومغناطيسية

ننجز التركيب التجريبي الممثل أعلاه .  
نغذي السلك الكهربائي E بواسطة مولد التردد المنخفض GBF ضبط على توتر جيبى وسعه  $U_m=5V$  وتردده  $f=20kHz$  .  
نعابن على شاشة راسم التذبذب التوتر بين مربطي GBF والتوتر الذي يستقبله السلك الكهربائي R .



- 1 - ما دور كل من السلكين الكهربائيين E و R ؟
- 2 - قارن بين التوترين المشاهدين على شاشة راسم التذبذب . ماذا تستنتج ؟
- 3 - ما طبيعة الموجة المنتشرة بين السلكين E و R ؟ وما سرعة انتشارها ؟
- 4 - هل هناك انتقال للمادة بين E و R ؟

الجواب :

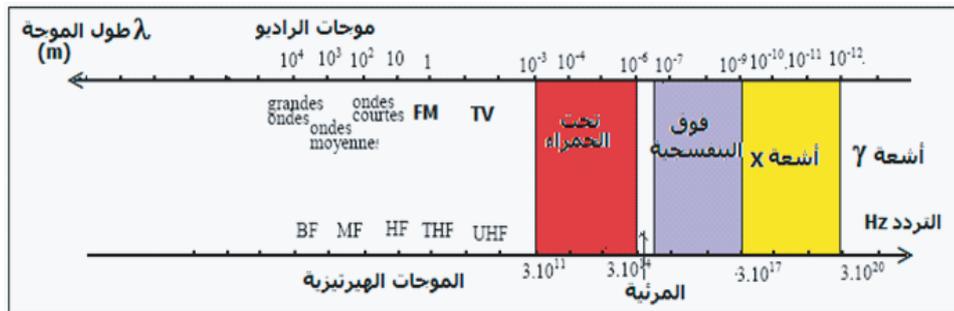
- 1 – السلك الكهربائي E : دور الهوائي الباعث و السلك الكهربائي R : دور الهوائي المستقبل
- 2 – لهما نفس الوسع ونفس التردد نستنتج أنه تم الحفاظ على نفس المميزات التي تحملها الإشارة المراد إرسالها .
- 3 – طبيعة الموجة : موجة كهرومغناطيسية . سرعتها تساوي سرعة الضوء في الفراغ  $c = 3.10^8 m/s$
- 4 – ليس هناك انتقال المادة بين الهوائيين ، بل انتقال الطاقة بواسطة الموجة الكهرومغناطيسية .

### مميزات الموجة الكهرومغناطيسية

- الموجة الكهرومغناطيسية هي تركيب لمجال مغناطيسي ومجال كهربائي .
- تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في وسط متجانس وعازل وفق مسار مستقيمي في جميع الاتجاهات ، وتنعكس على السطوح الموصلة .
- الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ عكس الموجات الميكانيكية .
- تتميز الموجة الكهرومغناطيسية بترددها  $f$  ، بحيث أن  $f = 1/T$  . دور الموجة .

### استعمال الموجات الكهرومغناطيسية

- تنقل الموجات الكهرومغناطيسية إشارة تضم معلومة لمسافة كبيرة جدا ، دون انتقال المادة .
- سرعة الموجة الكهرومغناطيسية هي سرعة الضوء .
- كلما كان تردد الموجة عاليا كلما قطعت الموجة مسافة أكبر وهذا ما يجعل استعمالها متعدد .
- يمثل الشكل أسفله مجال الموجات الهيرتزية :
- يستعمل مجال الترددات المنخفضة و المتوسطة والعالية للموجات الكهرومغناطيسية الهيرتزية في نقل موجات الراديو أما مجال الترددات العالية جدا فيستعمل في نقل المعلومات عبر الأقمار الاصطناعية .



## 3.1 تضمين توتر جيبى

### 1.3.1 ضرورة عملية التضمين

- مثال : نريد نقل إشارة ( موسيقى ، صوت ، صورة ، ..... ) هذه الإشارات لها ترددات منخفضة BF من رتبة قدر 1KHz وبالتالي فإن هذه الإشارات لا يمكن أن تنقل وهذا راجع إلى الأسباب التالية :
- أبعاد الهوائي المستقبل لموجة معينة يجب أن تقارب نصف طول الموجة  $\lambda/2$  . فبالنسبة لتردد  $f = 1kHz$  فإن طول الموجة هو :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{10^3} = 300km$$

لاستقبال هذه الموجة يجب أن تكون أبعاد الهوائي  $\lambda/2 = 150km$  وهذا غير قابل للإنجاز نظرا لطول الموجة الكبير جدا .  
 – مجال الترددات المنخفضة هو جد ضيق مما يجعل المستقبل غير قادر على التمييز بين مختلف المعلومات المرسلّة .  
 – الإشارات ذات ترددات منخفضة BF تخدم مع طول المسافة .  
**الحل :** هو أن يتم نقل المعلومة في مجال ترددات عالية ، الشيء الذي يستلزم استعمال موجة حاملة ذات تردد عال التي تحمل المعلومة BF على شكل موجة مضمّنة .

خلاصة :

لنقل إشارة ذات تردد منخفض ، يجب تضمين موجة حاملة ترددها عال بهذه الإشارة .

### 2.3.1 التوتر الجيبي

التعبير الرياضي لتوتر جيبي :

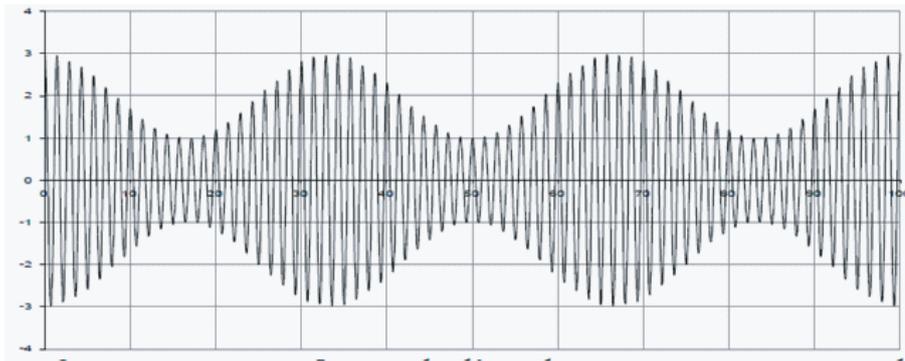
$$u(t) = U_m \cos(2\pi ft + \varphi)$$

### 3.3.1 المقادير الممكنة تضمينها .

الموجة الحاملة هي عبارة عن توتر جيبي .  $u(t) = U_m \cos(2\pi t + \varphi)$  .  
 المقادير الممكنة تضمينها هي :  $U_m$  الوسع والتردد  $f$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ .  
 – **تضمين الوسع :** وسع الموجة الحاملة يتغير حسب الإشارة المضمّنة .  
 تعبیر التوتر مضمّن الوسع هو :

$$u_s(t) = U_m(t) \cos(2\pi f.t + \varphi)$$

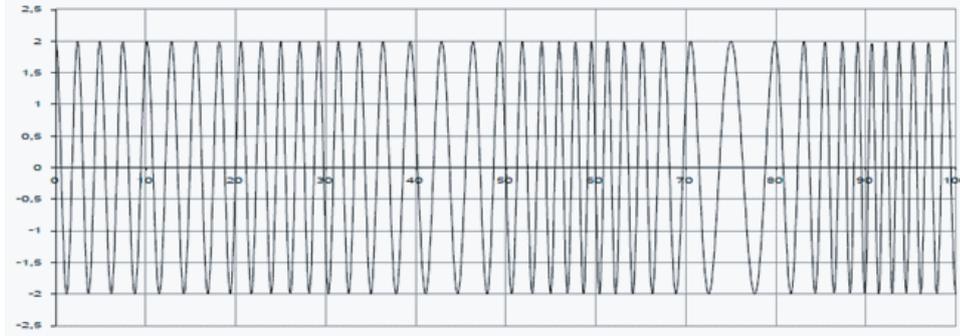
حيث  $\varphi$  و  $f$  ثابتان .



– **تضمين التردد** : تردد الموجة الحاملة يتغير حسب الإشارة المضمنة . تعبير التوتر مضمن التردد هو :

$$u_s(t) = U_m \cos(2\pi f(t)t + \varphi)$$

حيث  $\varphi$  و  $U_m$  ثابتان .

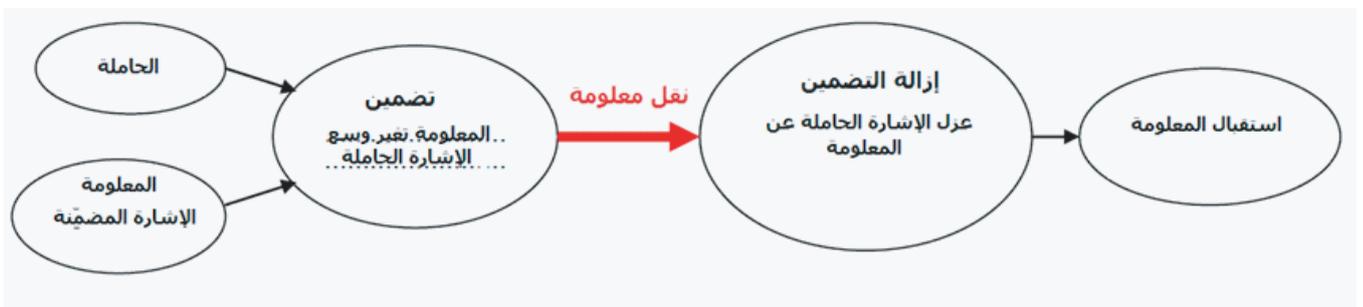




# الفصل 2

## تضمين الوسع

مبدأ نقل معلومة بواسطة موجات كهرمغناطيسية



### 1.2 استعمال الدارة المتكاملة المنجزة للجداء AD633

لكي يكون التوتر مضمّن الوسع ، يجب أن يكون على الشكل التالي :  $u(t) = U_m \cos(2\pi ft)$  بحيث أن  $U_m$  الوسع المضمّن وهو يتغير بدلالة الإشارة المضمّنة

رياضيا يمكن الحصول على توتر مضمّن الوسع بإنجاز عملية الجداء بين دالتين جيبيتين  $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$  الإشارة المضمّنة أو التوتر المضمّن و  $p(t) = P_m \cos(2\pi F_p t)$  الإشارة الحاملة :

$$u_s(t) = s(t) \times p(t) = P_m S_m \cos(2\pi f_s t) \cos(2\pi F_p t)$$

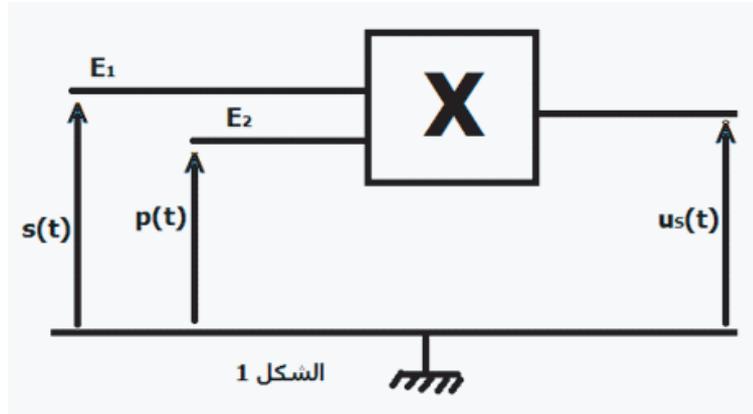
نضع  $U_m(t) = P_m S_m \cos(2\pi f_s t)$  نحصل على التوتر

$$u_s(t) = U_m(t) \cos(2\pi F_p t)$$

la tension modulé الوسع مضمّن التوتر  $u_s(t)$

عمليا ، تمكن الدارة الكهربائية المتكاملة AD633 من إنجاز الجداء حيث نطبق بين مدخليها  $E_1$  و  $E_2$  كل من التوتر المضمن أي الإشارة المرسلّة و الإشارة الحاملة فنحصل عند مخرجها على التوتر  $u(t)$  مضمن الوسع

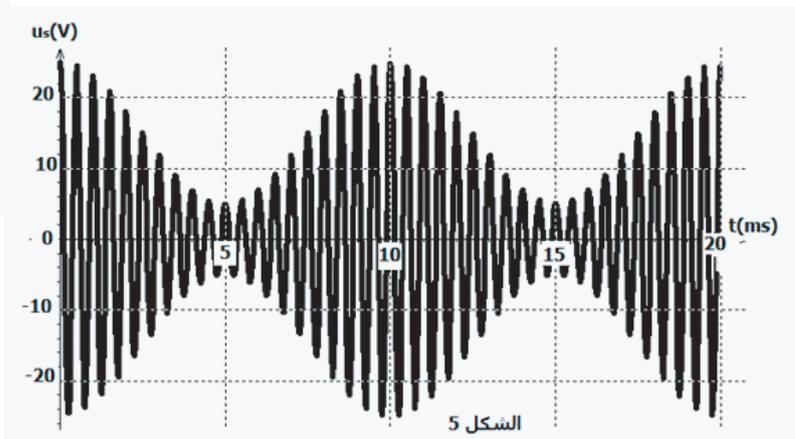
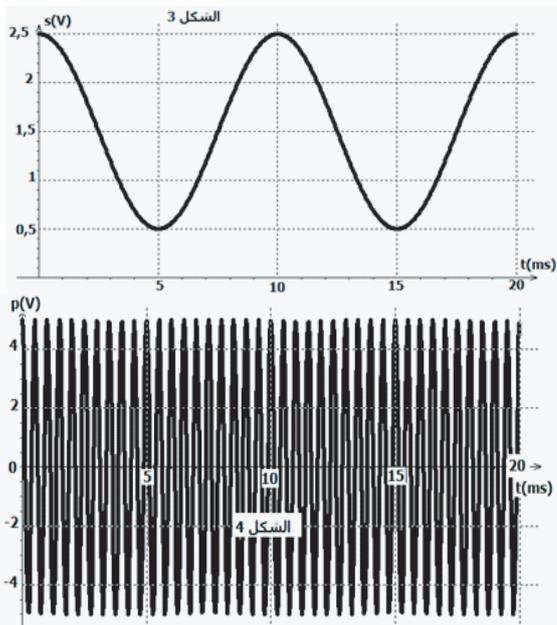
حيث  $u(t) = ks(t) \times p(t)$  حيث  $k$  ثابتة تناسب وهي تتعلق بالدارة الكهربائية المتكاملة . وحدة  $1/V$  .



## 2.2 إنجاز تضمين الوسع

### 1.2.2 الإبراز التجريبي لتضمين الوسع

نطبق التوتر  $s(t) + U_0$  على المدخل  $E_1$  بحيث أن  $U_0$  توتر مستمر و التوتر  $p(t)$  على المدخل  $E_2$  ونعاين على شاشة راسم التذبذب توتر الخروج  $u_s(t)$  بالنسبة للتوتر  $s(t)$  : وسعها  $S_m = 1V$  وترددتها  $f_s = 1000Hz$  و التوتر المستمر :  $U_0 = 1,5V > S_m$  . نعاين  $s(t) + U_0$  على شاشة راسم التذبذب في المدخل  $Y_2$  الشكل 3 بالنسبة للتوتر  $p(t)$  : وسعها  $P_m = 5V$  وترددتها  $F_p = 2kHz$  ، نعاينه على شاشة راسم التذبذب في المدخل  $Y_1$  فنحصل على الشكل 4 نعاين على شاشة راسم التذبذب توتر الخروج  $u_s(t)$  الشكل 5



- يمثل المنحنى المحصل عليه في الشكل 3 : المعلومة المراد إرسالها ( الإشارة المضمّنة )
- يمثل المنحنى المحصل عليه في الشكل 4 : الإشارة الحاملة
- يمثل المنحنى المحصل عليه في الشكل 5 : الإشارة مضمّنة الوسع

## 2.2.2 تعبير التوتر مضمّن الوسع la modulé tension

عند المدخل  $E_1$  للدائرة المتكاملة ، لدينا  $s(t) + U_0 = S_m \cos(2\pi f_s t) + U_0$  مع أن  $U_0$  المركبة المستمرة للتوتر والتوتر المطبق عند المدخل  $E_2$  هو :  $p(t) = P_m \cos(2\pi F_p t)$  عند المخرج S لدينا التوتر :

$$u_s(t) = kP_m(S_m \cos(2\pi f_s t) + U_0) \cos(2\pi F_p t)$$

نعلم أن التعبير العام لتوتر مضمّن الوسع هو

$$u_s(t) = U_m(t) \cos(2\pi F_p t)$$

و  $U_m(t)$  الوسع المضمّن أي أنه يعيد تغيرات التوتر المضمّن  $s(t)$  يصبح الوسع المضمّن هو :

$$U_m(t) = kP_m(S_m \cos(2\pi f_s t) + U_0)$$

$$U_m(t) = kP_m U_0 \left( \frac{S_m}{U_0} \cos(2\pi f_s t) + 1 \right)$$

نضع :  $A = kP_m U_0$  و  $m = \frac{S_m}{U_0}$  ، فتصبح العلاقة على الشكل التالي :

$$U_m(t) = A(m \cos(2\pi f_s t) + 1)$$

نسمي m نسبة التضمين le taux de modulation من خلال العلاقة يتبين أن الوسع المضمّن  $U_m(t)$  يتغير بين قيمتين :  $U_{mmax}$  و  $U_{mmin}$  بحيث أن :

$$U_{mmax} = A(m + 1) \quad U_{mmin} = A(-m + 1)$$

ومنه فإن :

$$U_{mmax} + U_{mmin} = 2Am$$

$$U_{mmax} - U_{mmin} = 2A$$

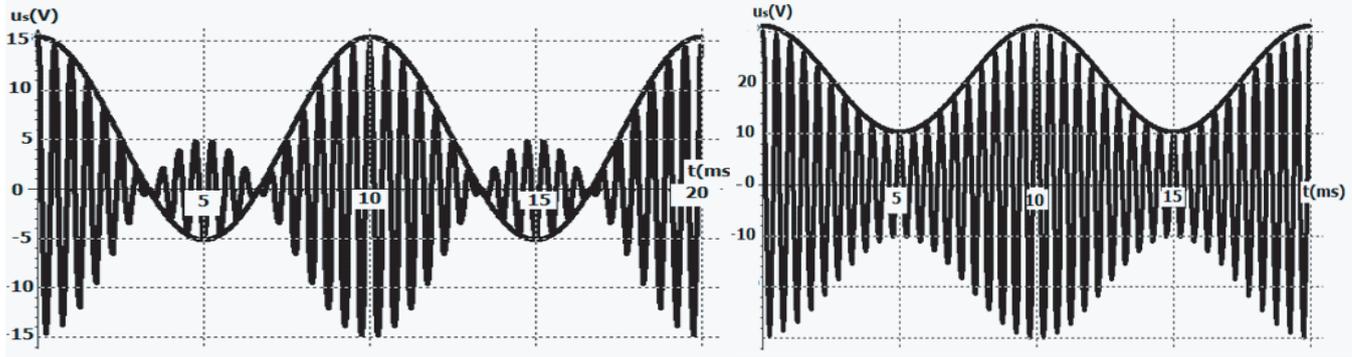
وبالتالي فإن نسبة التضمين :

$$m = \frac{U_{mmax} + U_{mmin}}{U_{mmax} - U_{mmin}}$$

تطبيق :

من خلال المنحنى السابق أحسب نسبة التضمين

## 3.2.2 جودة التضمين

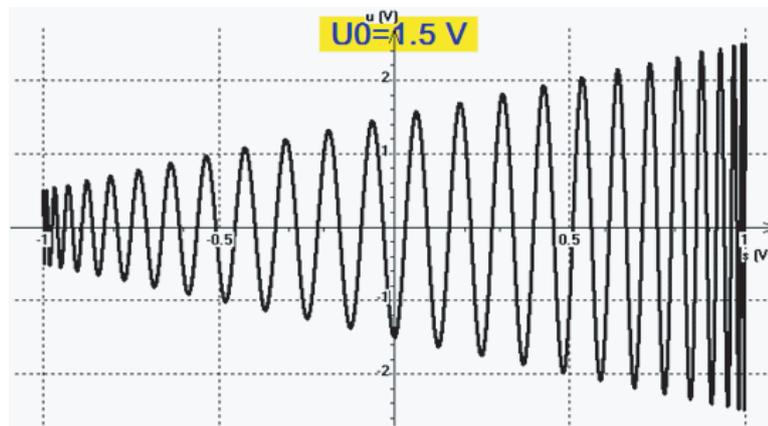


1 - الحالة الأولى  $m = \frac{S_m}{U_0} > 1$  أي أن  $U_0 = 0.5V$  ( الشكل على اليسار )  
 قارن غلاف التوتر  $us(t)$  مع الإشارة  $s(t)$  . هل تضمين الوسع في هذه الحالة جيد ؟  
 التوتر المضمّن  $u(t)$  ، غلافه مخالف للتوتر المضمّن  $s(t)$  ولا يتبع تغيراته . في هذه الحالة لا يكون جيد فهو رديء . تسمى هذه الظاهرة **بفوق التضمين** .

2 - الحالة الثانية :  $m = \frac{S_m}{U_0} < 1$  أي أن  $U_0 = 2V$  ( الشكل على اليمين )  
 هل تضمين الوسع في هذه الحالة جيد ؟ علل جوابك .  
 التوتر المضمّن  $u(t)$  ، غلافه مطابق للتوتر المضمّن  $s(t)$  فهو يتبع تغيراته . في هذه الحالة يكون **التضمين جيد** .

**طريقة شبه المنحرف**

للتأكد من الحصول على تضمين وسع جيد نستعمل طريقة شبه المنحرف وهي تمثيل  $us(t)$  بدلالة  $s(t)$  .  
 عمليا نتبع الطريقة التالية :  
 - ربط التوتر المضمّن  $s(t)$  بالمدخل X لراسم التذبذب .  
 - ربط التوتر المضمّن  $us(t)$  بالمدخل Y .  
 - إزالة الكسح لراسم التذبذب ( النظام XY ) .  
 ما هو الشكل المحصل عليه في هذه الحالة ؟ نحصل على شكل شبه منحرف . أحسب نسبة التضمين انطلاقا من شكل شبه المنحرف .



## خلاصة :

- للحصول على تضمين للوسع ذي جودة جيدة يجب أن :  
 - يكون التوتر  $U_0$  أكبر من  $S_m$  أي أن نسبة التضمين تكون  $m < 1$   
 - يكون تردد التوتر الحامل  $F_p$  أكبر بكثير من تردد التوتر المضمّن  $f_s \gg F_p$  على الأقل بعشر . مرات

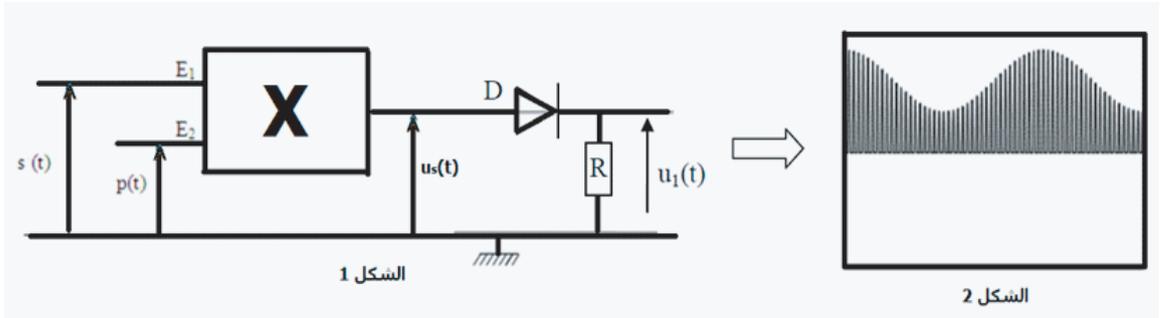
## 3.2 إزالة التضمين

إزالة التضمين تتطلب الكشف عن غلاف الإشارة المضمّنة وعزلها عن المركبة المستمرة .

## 1.3.2 مراحل إزالة التضمين

## الكشف عن الغلاف

للحصول على الإشارة المعلومة أي الإشارة المضمّنة  $s(t)$  يجب إزالة التضمين لذا نستعمل كشف غلاف الإشارة المضمّنة ، لهذا الغرض ننجز التركيب الكهربائي وهو عبارة عن رباعي قطب مكون من صمام ثنائي ودائرة متوازية RC مرشح ممرر للترددات المنخفضة . نطبق في مدخل هذا التركيب توترا مضمّن الوسع  $us(t)$  ، محصلا بواسطة دائرة متكاملة المنجزة للجداء . الشكل 1



الشكل 1

الشكل 2

نعين بواسطة راسم التذبذب توتر الخروج  $u_1(t)$  الشكل 2

- 1 - كيف يتصرف الصمام الثنائي والذي نعتبره مثاليا في دائرة كهربائية ؟  
 الصمام الثنائي مركبة إلكترونية لا تسمح بمرور التيار الكهربائي إلا إذا كانت مركبة في المنحى المباشر للتيار حيث يكون التوتر بين مربطيه  $U_d > U_S$  أو  $U_d = U_S$  بحيث أن عتبة التوتر وبما أنه مثالي  $U_S$  .
- 2 - قارن بين التوتر  $us(t)$  وغلاف التوتر المضمّن  $u_1(t)$  . ما تأثير الصمام المتألق كهربائيا على الإشارة  $us(t)$  ؟  
 الصمام الثنائي المتألق كهربائيا ينجز عمليتين في الدارة الكهربائية :  
 - العملية الأولى : حذف الجزء السالب للتوتر المضمّن  $u(t)$  ولاحتفاظ بالجزء الموجب تسمى هذه العملية بالتصويب redressement .  
 - العملية الثانية : عندما يتصرف الصمام كقاطع تيار مغلق أي أن  $u_d = 0$  ويكون مارا وفي هذه الحالة يشحن المكثف  $C_1$  . عندما يتصرف الصمام الثنائي كقاطع تيار مفتوح في هذه الحالة يفرغ المكثف في الموصل الأومي وتوتر  $u_C = u_S$  يتناقص أسيا حسب ثابتة الزمن  $\tau = RC$  .

خلاصة :

شروط الحصول على كشف غلاف جيد هي :  
 - أن يكون التوتّر في مخرج دائرة كاشف الغلاف ذا تموجات صغيرة وتتبع بكيفية أحسن شكل الإشارة المضمنة . ويتحقق هذا إذا كانت ثابتة الزمن  $\tau = RC$  تحقق المتراجحة التالية :

$$T_p \ll \tau = RC < T_s$$

أي أن

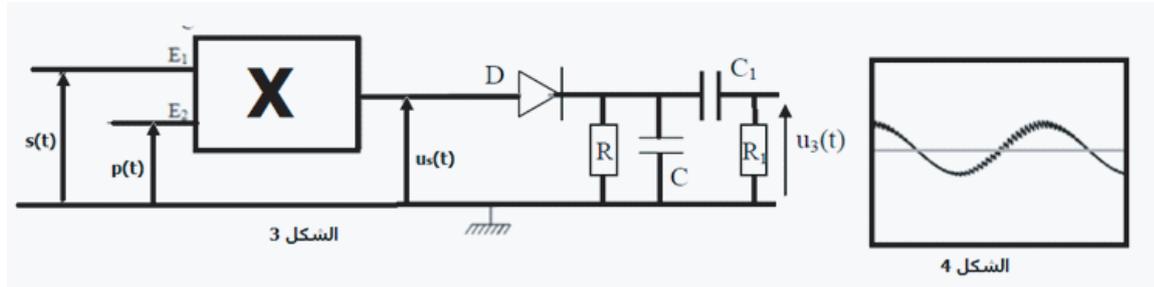
$$f_s \ll 1/\tau < F_p$$

$T_p$  دور التوتّر الحامل و  $T_s$  دور الإشارة المضمنة .

\* الدور الثاني الذي يلعبه ثنائي القطب RC على التوازي هو مرشح الترددات المنخفضة أي سيمنع مرور التوتّر ذي التردد العالي

### إزالة المركبة المستمرة $U_0$ : استعمال مرشح الترددات العالية

نضيف للتركيب السابق ثنائي قطب  $R_1C_1$  .  
 نعاين بواسطة راسم التذبذب توتر الدخول  $ue(t)$  وتوتر الخروج  $us(t)$ .



ما اسم ثنائي القطب  $R_1C_1$  المستعمل ؟ ما الدور الذي يلعبه ثنائي القطب  $R_1C_1$  في هذه التجربة ؟  
 مرشح الترددات العالية ، دوره حذف المركبة المستمرة  $U_0$  التي تمت إضافتها للإشارة التي تحمل المعلومة .

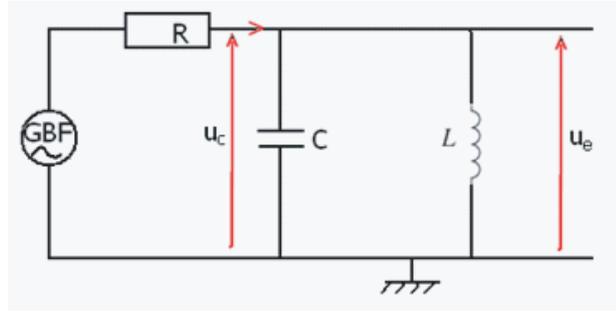
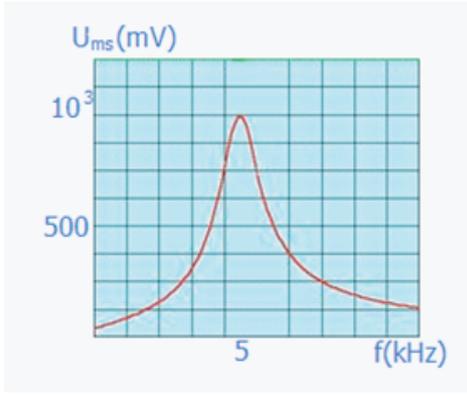
## 4.2 إنجاز جهاز يستقبل بث إذاعي بتضمين الوسع .

### 1.4.2 دراسة الدارة المتوازية LC : مرشح ممر للمنطقة bande – passe

ننجز التركيب الكهربائي أعلاه والذي يتكون من مكثف سعته  $C=10\mu F$  ووشيعية مركبة على التوازي مع المكثف معامل تحريضها الذاتي  $L=0,1mH$  وموصل أومي مقاومته  $R = 1k\Omega$  .  
 يطبق مولد التردد المنخفض توترا جيبيًا وسعه 1V ثابت . نغير التردد f لمولد GBF ، وفي كل مرة نقيس بواسطة راسم التذبذب الوسع  $U_{ms}$  لتوتر الخروج  $us(t)$ .

ندون النتائج في جدول ونخط المنحنى الممثل لتغيرات  $U_{ms}$  بدلالة f ، فنحصل على الشكل أعلاه.

- 1 - صف منحنى الاستجابة  $U_{ms}$  بدلالة f التردد المحصل .
- 2 - علل لماذا تسمى الدارة المتوازية LC مرشحًا ممرًا للمنطقة .
- 3 - حدد مبيانيا التردد الموافق للقيمة القصوى للوسع  $U_{ms}$  ، ثم قارنه مع  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  . كيف يمكن انتقاء إشارة ذات تردد معين  $f_0$  .



الجواب :

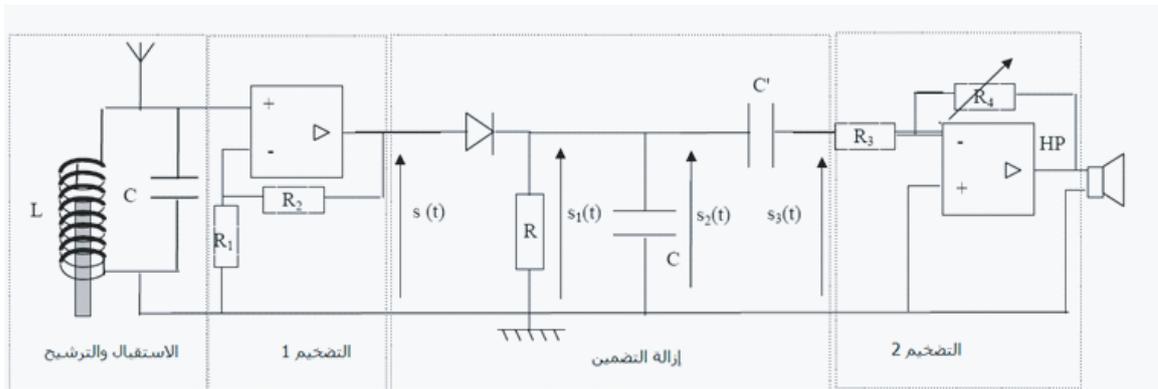
- 1- من خلال الشكل يتبين أن بالنسبة لترددات أصغر من  $f=5\text{kHz}$  أن الاستجابة  $U_{ms}$  تزداد وبالنسبة لترددات أكبر من  $f=5\text{kHz}$  أن الاستجابة  $U_{ms}$  تنقص .
  - وبالنسبة لترددات مساوية ل  $f=5\text{kHz}$  أن  $U_{ms}$  تكون قصوية في هذه الحالة نكون الدارة في حالة رنين .
  - 2 - تسمى الدارة المتوازية LC مرشح ممر للمنطقة لكونها تسمح بمرور إشارات ذات ترددات منتمية للمنطقة الممرزة حول التردد  $f_0 = 5\text{kHz}$  حيث الاستجابة  $U_{ms}$  قصوية .
  - 3 -  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  بتطبيق عددي نجد :  $f_0 = 5\text{kHz}$
- يسمى هذا التردد بالتردد الخاص للدارة LC المتوالية .  
لإنتقاء إشارة يتم التوفيق بين التردد الخاص  $f_0$  للدارة المتوازية LC وتردد الموجة المنبعثة من المحطة ، ويتم ذلك بضبط معامل التحريض الذاتي L أو سعة المكثف C .

## 2.4.2 مبدأ اشتغال مرشح ممر المنطقة .

عند ربط الدارة المتوازية LC بهوائي مستقبل للموجات الكهرومغناطيسية التي ترسلها المحطات الإذاعية ، ينشأ توتر كهربائي في هذا الهوائي . ولإنتقاء إرسال واحد أو محطة واحدة يلزم التوفيق بين التردد الخاص  $f_0$  للدارة المتوازية LC وتردد الموجة المنبعثة من المحطة ، ويتم ذلك بضبط معامل التحريض الذاتي L أو سعة المكثف C .

## 3.4.2 إنجاز جهاز مستقبل راديو بسيط .

التركيب التالي هو تركيب لجهاز مستقبل راديو بسيط :



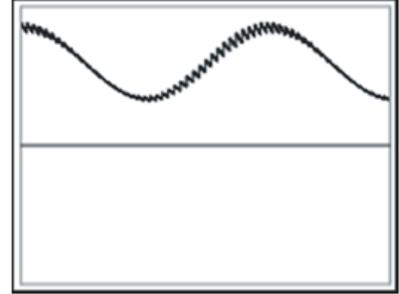
ننجز التركيب الكهربائي التجريبي أعلاه ونغير معامل التحريض الذاتي L للحصول على بث إذاعي . نعين بواسطة راسم التذبذب التوترات  $s_1, s_2, s_3, s$  ، خلال اشتغال التركيب .  
تردد الإشارة الحاملة  $F=350\text{kHz}$  و الإشارة المضمّنة  $f=1\text{kHz}$

الاستغفال والترشيح  $C=1\text{nF}, L=0,1\text{mH} \text{ à } 0,3\text{mH}$

المضخم 1  $R_1=1\text{k}\Omega, R_2=10\text{k}\Omega$

إزالة التضمين diode de Ge ,  $R=10\text{k}, C=10\text{nF}, C'=100\text{nF}$

المضخم 2  $R_3=4,7\text{k}\Omega, R_4=\text{potentiometre de } 470\text{k}\Omega$



1 – تسمى الدارة المتوازية LC دائرة التوافق circuit d'accord. ما مجال الترددات الممكن كسحه بواسطة هذه الدارة ؟ هل يتم انتقاء الإشارة المضمّنة ؟

لتحديد مجال الترددات الذي يمكن كسحه نحسب التردد الخاص لدائرة التوافق :  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$L = 0,1\text{mH} \Rightarrow f_0 = 503292\text{Hz}$$

$$L = 0,3\text{mH} \Rightarrow f_0 = 290596\text{Hz}$$

وبالتالي فمجال الترددات الذي يمكن كسحه بواسطة هذه الدارة ذي التردد  $F$  :  $[290576\text{Hz}, 503292\text{Hz}]$  تنتمي إلى هذا المجال .

2 – ما هو دور الصمام الثنائي ؟ أرسم شكل التوتر  $s_1(t)$ .

حذف الجزء السالب من التوتر المضمّن والحصول على كشف غلاف جيد

3 – ما هو دور الدارة RC المتوازية ؟ أرسم شكل التوتر  $s_2(t)$

منع مرور الترددات العالية ( مرشح الترددات المنخفضة )

4 – أحسب ثابتة الزمن  $\tau$  للدارة RC وقارنها بدور الإشارة الحاملة ودور الإشارة المضمّنة للمعلومة

$$\tau = 0,1\text{ms} \quad \tau \gg T_p = 4,7\mu \quad \tau < T_s = 1\text{ms}$$

5 – هل شروط الحصول على كشف غلاف جيد متوفرة ؟ علل الجواب .

بما أن  $T_p \ll \tau < T_s$  إذن سيكون هناك كشف غلاف جيد .

6 – ما هو دور المكثف  $C'$  في تركيب إزالة التضمين ؟

مرشح لترددات عالية ، لا يسمح بمرور الترددات الضعيفة هذا سيؤدي إلى حذف المركبة المستمرة

7 – لماذا تم استعمال عملية التضخيم بعد استقبال الإشارة المضمّنة وبعد إزالة التضمين ؟

تكون التوترات التي يلتقطها الهوائي ضعيفة جدا لذا يجب تضخيمها قبل إزالة تضمينها .

خلاصة :

يتكون المستقبل " الراديو AM " من :

– هوائي يلتقط موجات الراديو .

– ثنائي قطب LC ينتقي المحطة المرغوب فيها .

– مضخم التوتر المضمّن المنتقى ؛

– دائرة إزالة تضمين الوسع تسمح باسترجاع الإشارة المضمّنة ، وهي مكونة من دائرة كاشف الغلاف ومرشح ممرر للترددات العالية .