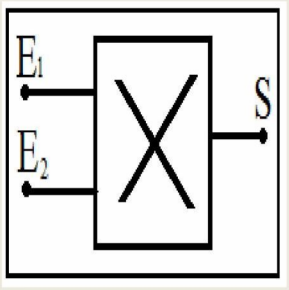
تضمين الوسـعة La Modulation d'Amplitude

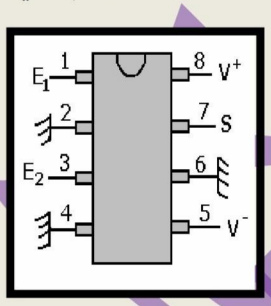
I-مبدأ تضمين الوسع:

1-الدارة المتكاملة المنجزة للجداء:

- الدارة المتكاملة للمنجزة للجداء AD633 عبارة عن علبة سوداء تتوفر على ثمانية مرابط يتم التعرف عليها بواسطة علامة الترقيم التي توجد أعلى الدارة المتكاملة.



نرمز لها في دارة كهربائية بالرمز الاصطلاحي:



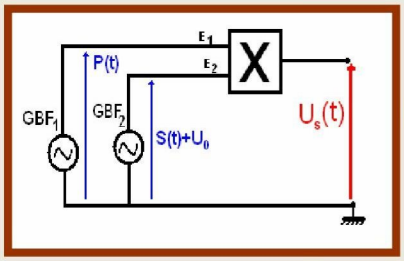
- تمكن الدارة المتكاملة AD633 من الحصول عند مخرجها على دالة جيبية $u_S(t)$ تتناسب اطرادا مع جداء الدالتين $u_1(t)$ و $u_2(t)$ المطبقتين عند المدخلين E_1 و E_2 لهذه الدارة المتكاملة حيث:

$$u_S(t) = K.u_1(t).u_2(t)$$

K ثابتة التناسب وهي تتعلق بالدارة المتكاملة AD633.

2-إنجاز تضمين الوسع:

أ - نشاط تجريبي:



ننجز التركيب التجريبي التالي:

يطبق مولد التردد المنخفض GBF_2 على المدخل E_2 للدارة المتكاملة التوتر $s(t)+U_0$ بحيث $s(t)$ إشارة جيبية ضبط وسعها على القيمة $S_m = 2V$ وترددها $f_s = 100Hz$ و U_0 توتر مستمر ضبط بواسطة GBF_2 على القيمة $U_0 = 3V > S_m$.

ونطبق في المدخل E_1 بواسطة GBF_1 توترا جيبيا $p(t)$ وسعه $P_m = 4V$ و تردده $F_p = 1,2KHz$.

نعاين بالتتابع على شاشة راسم التذبذب التوتر الذي يضم الإشارة $s(t)+U_0$ و التوتر الحامل $p(t)$ ثم التوتر $u_S(t)$ المحصل عليه عند الخروج.

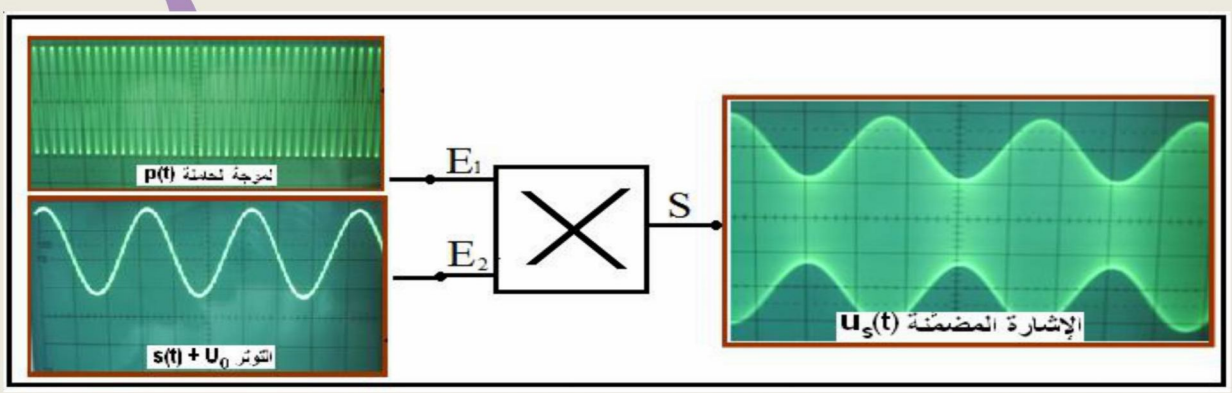
1-أعط أشكال التوترات المحصل عليها.

2-صف التوتر $u_s(t)$ المحصل عليه عند الخروج.

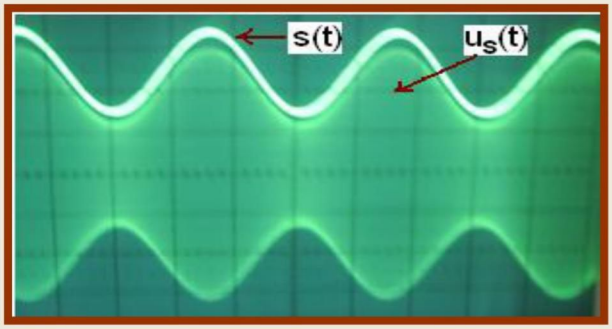
3-قارن غلاف التوتر $u_s(t)$ مع الإشارة التي تضم المعلومة s(t).

ب -تحليل النشاط التجريبي:

-1



2-يتبين من خلال المنحنيات المحصل عليها أن الدارة المتكاملة AD633 تمكن من الحصول عند مخرجها على دالة جيبية $u_S(t)$ يتغير وسعها مع الزمن.



3-من خلال مقارنة التوتر المضمِّن s(t) والتوتر المضمَّن $u_S(t)$ يتبين أن غلاف هذا الأخير يتبع تغيرات التوتر المضمِّن s(t).

3-تعبير التوتر المضمَّن الوسع:

تعبير التوتر المضمَّن الوسع $u_S(t)$ يكتب على شكل: $u_S(t) = K.(U_0 + s(t)).p(t)$

حيث: $s(t) = S_m.\cos(2\pi f_S.t)$ هي الإشارة التي تحمل المعلومة المراد نقلها.

$p(t) = P_m.\cos(2\pi F_p.t)$ هي الموجة الحاملة.

إذن $u_S(t) = K.(U_0 + s(t)).P_m.\cos(2\pi F_p.t)$

وبما أن التعبير العام للتوتر المضمَّن الوسع هو: $u_S(t) = U_m(t).\cos(2\pi F_p.t)$

فإن $U_m(t) = K.(U_0 + s(t)).P_m = K.P_m.U_0(1 + \frac{S_m}{U_0}\cos 2\pi f_s t) = A(1 + m.\cos 2\pi f_s t)$

حيث $A = K.P_m.U_0$ و $m = \frac{S_m}{U_0}$ تسمى نسبة التضمين ***taux de modulation***

تعبير نسبة التضمين بدلالة $U_{m.\min}$ و $U_{m.\max}$: يمكن أن نبين أن $m = \frac{U_{m.\max} - U_{m.\min}}{U_{m.\max} + U_{m.\min}}$

4-جودة التضمين:

أ - نشاط تجريبي:

نحتفظ بنفس التركيب التجريبي السابق و نعاين على المدخل (Y) لراسم التذبذب التوتر $u_S(t)$ و على المدخل (X) إشارة جيبية $s(t)$.

1-نضبط U_0 و S_m بحيث تكون $U_0 < S_m$:

أ-أعط شكل التوتر المحصل عليه على المدخل (Y).

ب-قارن غلاف التوتر $u_S(t)$ مع الإشارة $s(t)$. هل تضمين الوسع جيد في هذه الحالة؟

ج-نضبط زر الكسح على النظام $Y - X$: أعط شكل الرسم التذبذبي المحصل عليه.

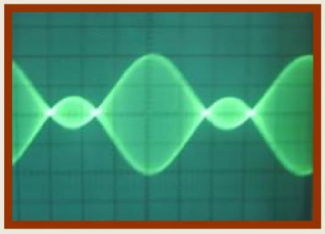
2- نضبط U_0 و S_m بحيث تكون $U_0 > S_m$:

أ-أعط شكل التوتر المحصل عليه على المدخل (Y).

ب-نضبط زر الكسح على النظام $Y - X$: أعط شكل الرسم التذبذبي المحصل عليه، هل له شكل شبه منحرف؟ استنتج جودة التضمين.

3- نغير قيم الترددين f_s وF_p: ماذا تلاحظ بالنسبة لتأثير f_s وF_p على جودة التضمين؟

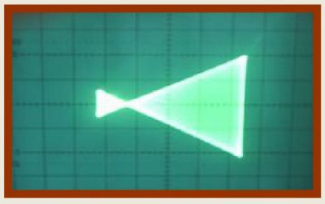
4- استنتج شروط الحصول على تضمين جيد للوسع.



ب -تحليل النشاط التجريبي:

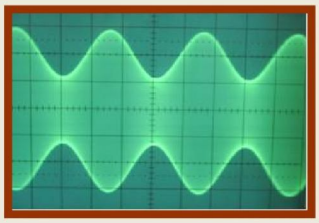
1-نضبط U_0 و S_m بحيث تكون $U_0 < S_m$:

أ-نعاين على المدخل Y لراسم التذبذب التوتر المضمَّن $u_S(t)$ فنحصل على الرسم التذبذبي:



ب- في هذه الحالة نحصل على توتر مضمَّن $u_s(t)$ غلافه مخالف للتوتر المضمِّن s(t) ولا يتبع تغيراته. إذن يكون التضمين في هذه الحالة ذا جودة رديئة .

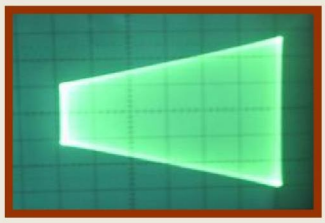
ج- نضبط زر الكسح على النظام Y- X فنحصل على الشكل التالي:



يتضح أننا لم نحصل على شكل شبه منحرف الشيء الذي يدل على أن التضمين غير جيد.

2- نضبط U_0 و S_m بحيث تكون $U_0 > S_m$:

أ- بواسطة راسم التذبذب نحصل على الشكل جانبه : (المدخل Y)



ب-نضبط زر الكسح على النظام Y- X فنحصل على الشكل التالي:

في هذه الحالة $(U_0 > S_m)$ نحصل على توتر مضمَّن غلافه مطابق للتوتر المضمِّن s(t)، وفي غياب الكسح نحصل على شكل شبه منحرف. الشيء الذي يدل على أن التضمين جيد.

3-نغير قيم التردين f_s وF_p بحيث نجعل تردد التوتر الحامل F_p من رتبة قدر التوتر المضمِّن f_s فنحصل بواسطة راسم التذبذب في غياب الكسح على الرسم التذبذبي التالي:

يظهر من خلال هذا الشكل أننا لم نحصل على شكل شبه منحرف الشيء الذي يدل على أن التضمين غير جيد.

4- نستنتج من خلال هذا النشاط أنه للحصول على تضمين جيد للوسع يجب أن يكون:

- $U_0 > S_m$ أي أن نسبة التضمين $m = \frac{S_m}{U_0} < 1$.
- تردد التوتر الحامل F_p أكبر بكثير من تردد التوتر المضمِّن f_s (على الأقل $F_p > 10 f_s$).

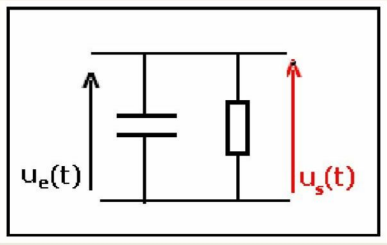
II-إزالة التضمين La demodulation:

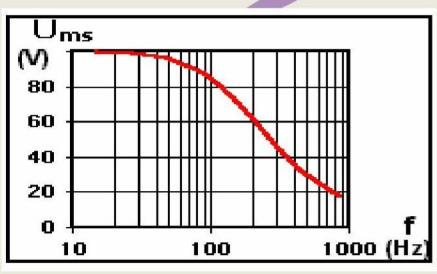
1-المرشحات Les filtres RC:

أ-المرشح الممرر للترددات المنخفضة Le fitre passe-bas

نسمي المرشح الممرر للترددات المنخفضة الدارة الكهربائية التي تسمح بمرور الإشارات الكهربائية ذات الترددات المنخفضة فقط.

مثال: ثنائي القطب RC المتوازي

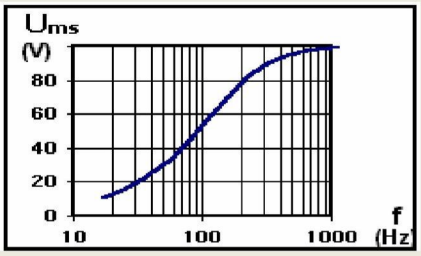


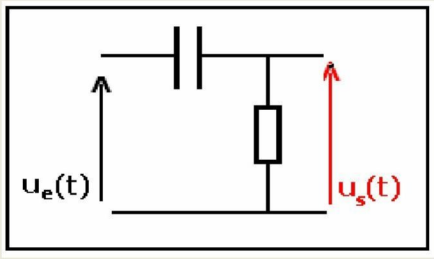


نلاحظ أن توتر الخروج يتناهى إلى الصفر عندما نصل إلى ترددات مرتفعة.

ب-المرشح الممرر للترددات المرتفعة Le filtre passe-haut

نسمي المرشح الممرر للترددات المرتفعة الدارة الكهربائية التي تسمح بمرور الإشارات الكهربائية ذات ترددات مرتفعة.





مثال: ثنائي القطب RC المتوالي

نلاحظ أن توتر الخروج يتناهى إلى الصفر عندما تكون الترددات منخفضة

ملحوظة: لا يسمح هذا المرشح بمرور التوترات المستمرة.

2-إزالة التضمين:

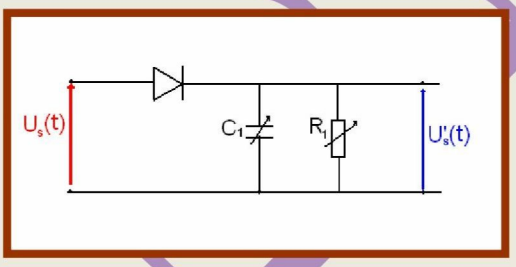
عند استقبال الموجة المضمَّنة الوسع يجب فصل الإشارة المضمِّنة عن الموجة الحاملة، تسمى هذه العملية إزالة التضمين ولإنجازها يجب:

أ-كشف غلاف الإشارة المضمَّنة:

لهذا الغرض نستعمل دارة كاشف الغلاف détecteur d'enveloppe وهي عبارة عن رباعي قطب يتكون من صمام ثنائي وثنائي القطب RC المتوازي.وللحصول على كشف غلاف جيد يجب أن يكون التوتر $u'_S(t)$ عند مخرج هذه الدارة ذا تموجات ضعيفة ويشبه إلى حد كبير الإشارة المضمِّنة.

☒ نشاط تجريبي:

ننجز التركيب التجريبي التالي:



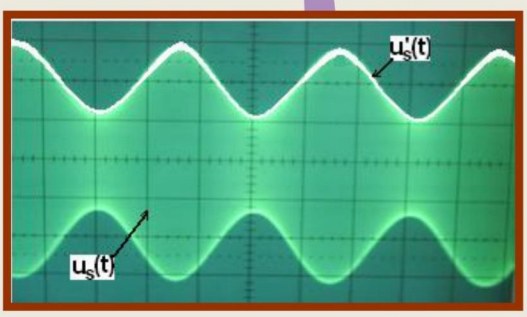
يمثل $u_S(t)$ توتر الخروج بالنسبة للدارة المتكاملة المنجزة للجداء.نضبط R_1 و C_1 على القيم $C_1 = 47nF$ و $R_1 = 10K\Omega$.

1- نعاين بواسطة راسم التذبذب على المدخل (Y) التوتر $u_S(t)$ و على المدخل (X) التوتر $u'_S(t)$. أعط الرسم التذبذبي المحصل عليه.

2-قارن التوتر $u'_S(t)$ مع غلاف التوتر $u_S(t)$. هل التوتر $u'_S(t)$ متناوب؟

3-تحقق أن كشف غلاف التوتر المضمَّن $u_S(t)$ يتم بكيفية جيدة إذا كان $T_P << R_1C_1 < T_S$ بحيث $\mathbf{T_p}$ دور التوتر الحامل و $\mathbf{T_s}$ دور الإشارة المضمِّنة.

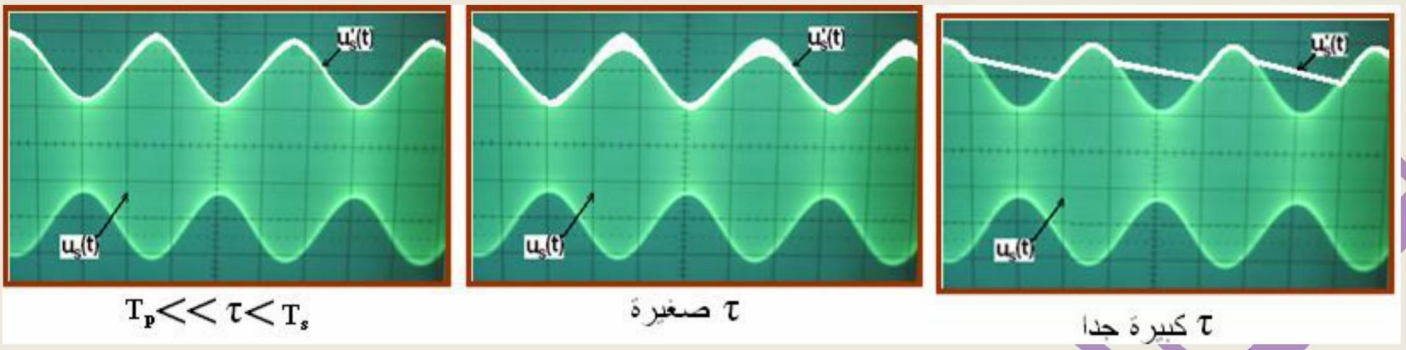
☒ تحليل النشاط التجريبي:



1-نعاين بواسطة راسم التذبذب على المدخل (Y) التوتر $u_S(t)$ وعلى المدخل (X) التوتر $u'_S(t)$ فنحصل على الرسم التذبذبي جانبه:

2-من خلال الرسم التذبذبي نلاحظ أن تغيرات التوتر $u'_S(t)$ تطابق غلاف التوتر $u_S(t)$. و أن $u'_S(t)$ يأخذ في كل لحظة قيما موجبة.

3-نغير قيم كل من C_1 و R_1 فنحصل على الأشكال التالية:



نلاحظ من خلال هذه الأشكال أن كشف الغلاف يكون جيدا عندما تكون ثابتة الزمن تحقق المتراجحة التالية:

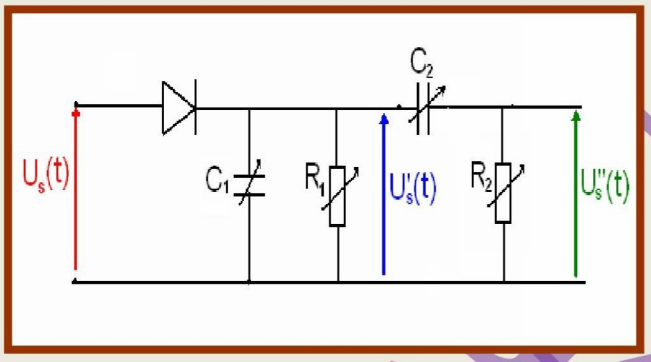
$$T_P << \tau < T_S$$

حيث T_P: دور التوتر الحامل و T_S: دور الإشارة المضمّنة

ب-إزالة المركبة المستمرة U_0: لهذا الغرض نستعمل مرشح ممرر للترددات المرتفعة.

☒ *نشاط تجريبي:*

نضيف للتركيب التجريبي السابق ثنائي القطب R_2C_2 :



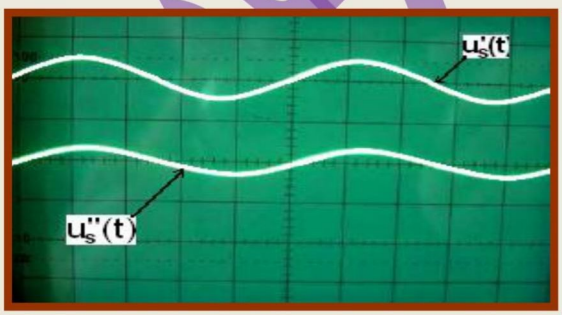
نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $u'_S(t)$ على المدخل (X) والتوتر $u''_S(t)$ على المدخل (Y).

1-أعط الرسم التذبذبي المحصل عليه.

2-استنتج الدور الذي يلعبه ثنائي القطب R_2C_2 .

3-قارن التوتر $u''_S(t)$ و التوتر $s(t)$. ماذا تستنتج؟.

☒ *تحليل النشاط التجريبي:*



1-نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $u'_S(t)$ على المدخل (X) وعلى المدخل (Y) التوتر $u''_S(t)$ فنحصل على الرسم التذبذبي التالي:

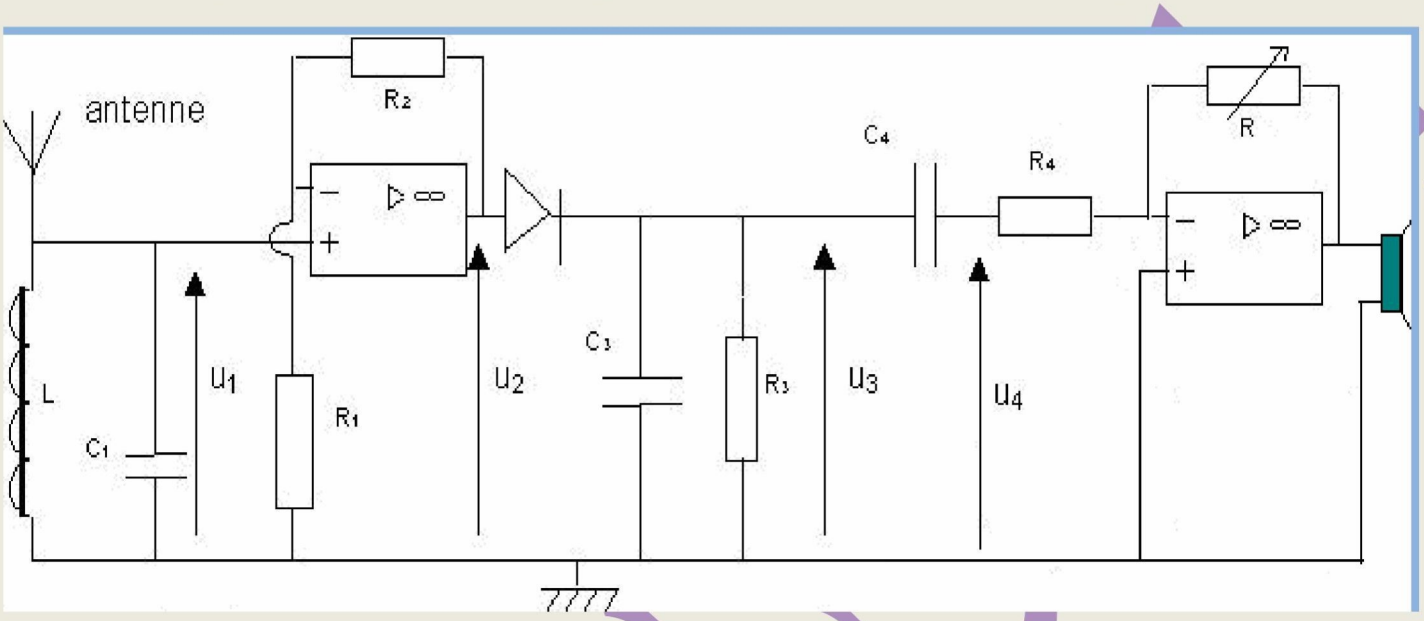
2-انطلاقا من مقارنة التوترين المحصل عليهما نستنتج أن ثنائي القطب R_2C_2 يقوم بحذف المركبة المستمرة U_0.

3-يتبين من خلال الرسم التذبذبي المحصل عليه بواسطة راسم التذبذب أن التوتر $u''_S(t)$ يطابق إلى حد كبير الإشارة المضمّنة $s(t)$. إذن نستنتج أن تضمين و إزالة تضمين الوسع تمت بشكل جيد .

III-إنجاز جهاز يستقبل بث إذاعي بتضمين الوسع:

يعتمد مبدأ إنجاز هذا الجهاز على أربع مراحل أساسية كما هو مبين في التبيانة الاصطلاحية التالية:

ولانجاز هذا الجهاز الذي يمكننا من استقبال بث إذاعي بتضمين الوسع نستعمل التركيب التجريبي التالي:



يمكننا هذا التركيب التجريبي من استقبال البث الإذاعي بتضمين الوسع وتتم هذه العملية وفق المراحل التالية:

☒ الاستقبال:

يمكننا الهوائي(سلك موصل طوله حوالي $1m$) من استقبال جميع الموجات الكهرمغنطيسية التي تمثل البرامج التي تبثها المحطات الإذاعية والقنوات التلفزية حيث ينشأ توتر كهربائي في هذا الهوائي.

☒ الانتقاء:

من أجل انتقاء إرسال واحد أو محطة واحدة من بين ا لإرسالات والمحطات الأخرى يلزم التوفيق بين التردد الخاص $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ للدارة المتوازية LC (الرشح الممرر للمنطقة) وتردد الموجة المنبعثة من المحطة، ويتم ذلك بضبط معامل التحريض الذاتي للوشيعة أو سعة المكثف.

☒ التضخيم قبل إنجاز إزالة التضمين:

التوترات التي يستقبلها الهوائي تكون ذات وسع ضعيف، لذا يجب تضخيمها قبل البدء في عملية إزالة التضمين لأن الصمام الثنائي لا يسمح بمرور التوترات ذات وسع أقل من عتبة توتره.

☒ إزالة التضمين:

تسمح عملية إزالة التضمين باسترجاع الإشارة المضمّنة و من تم استرجاع المعلومة.