

التمرين 1

خلال حصة للأشغال التطبيقية ، أجز التلاميذ تركيبة كهربائية مكونة من إرسال واستقبال إشارة هرتزية .

(1) إرسال الإشارة

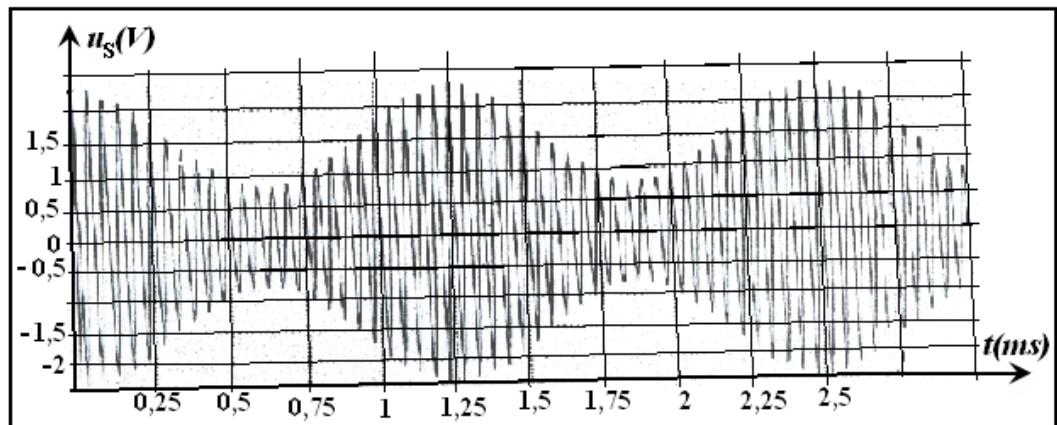
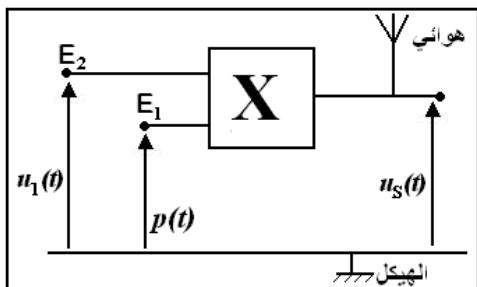
لإرسال هذه الإشارة استعمل التلاميذ التركيب الممثل جانبه، حيث نطبق عند المدخل

E_1 التوتر الحامل $p(t) = P_m \cos(2\pi F t)$ في حين نطبق عند المدخل

E_2 الإشارة المراد إرسالها $s(t) = S_m \cos(2\pi f t)$ وذلك بعد إضافة توتر

مستمر U_0 لها، حيث لدينا $u_1(t) = U_0 + S_m \cos(2\pi f t)$. ثم نعاين أخيرا

بواسطة راسم التذبذب منحنى التوتر $u_s(t)$ الممثل أسفله



1.1 ما اسم الجهاز المستعمل؟ وما الهدف من وراء استعماله؟

1.2 لماذا نضيف التوتر المستمر (توتر الإزاحة) للإشارة المراد إرسالها؟ ما الشرط الذي يجب أن يتتوفر لإنجاز تضمين جيد؟

3.1 يعطي الجهاز السابق عند مخرجه توترا $u_s(t)$ متناسب أطراضا مع جداء التوترين المطبقيين عند مدخليه:

$$u_s(t) = k u_1(t) \cdot p(t)$$

أ) ماذا تمثل الثابتة k وما هي وحدتها؟

ب) بين أن التوتر $u_s(t)$ يمكن أن يكتب على الشكل التالي:

ج) استنتج تعبير الثابتة A

4.1 باستعمال المنحنى السابق، حدد قيمة كل من الترددتين f و F

(2) استقبال الإشارة

يتم عمليا استقبال الإشارة بواسطة التركيب الممثل أسفله والمكون من عدة أجزاء مركبة الواحدة تلو الأخرى.

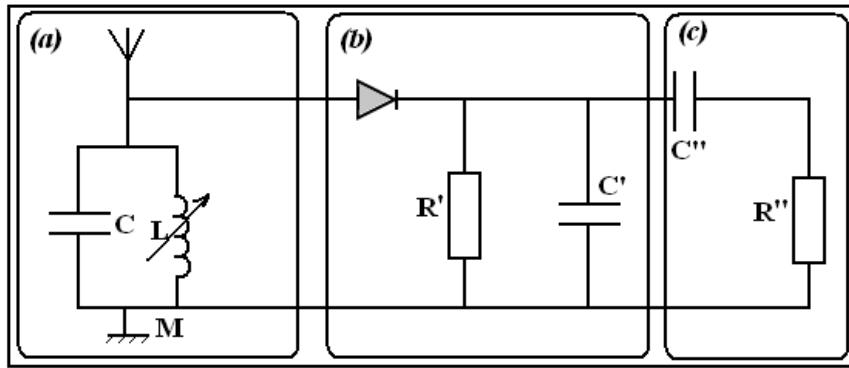
(2-1) أعط اسم الدارة الممثلة في الإطار (a) ثم حدد دورها.

(2.2) اشرح كيف تتم عملية التقاط محطة إذاعية؟

3.2 تحقق من أن الدارة LC مضبوطة على الإشارة المرسلة عندما يكون معامل التحرير هو: $L = 62mH$. نعطي:

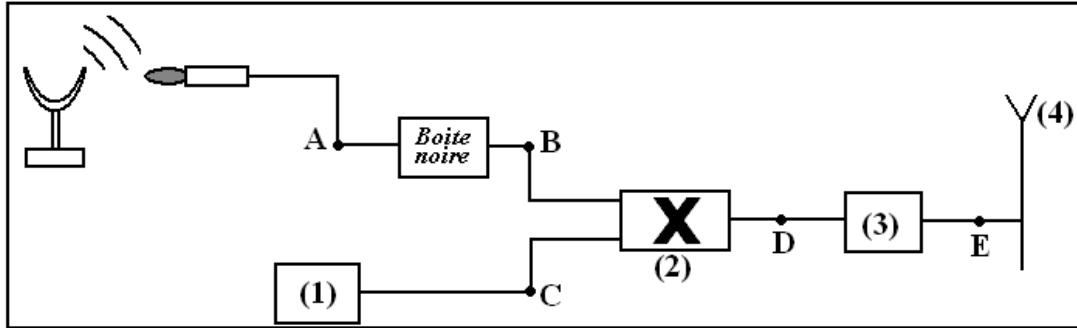
$$C = 1nF \quad \pi\sqrt{62} \approx 25$$

4.2 المركبة الثانية (b) تسمح بإزالة التضمين . ما اسمها؟ وما دور كل من جزء مكون لها؟



التمرين 2

1) تمثل التبيانية الممثلة أسفله سلسلة إرسال الصوت عن طريق التضمين بالواسع . تكون السلسلة من عدة أجهزة مرقمة من 1 إلى 4.



1.1) تعرف على الأجهزة المرقمة في السلسلة من بين الأجهزة التالية :

هوائي الإرسال - مضخم الترددات المرتفعة - مولد **GBF** للترددات المرتفعة - دارة متكاملة منجزة للجاء - فولتمتر .

2.1) ما هي الإشارات المحصل عليها في النقط **B** و **C** و **D** من بين الإشارات المذكورة أسفله :

✓ التوتر الحامل صيغته هي : $u_p(t) = U_p \cos(2\pi F_p t)$

✓ التوتر المضمن المنخفض التردد ، صيغته هي : $u_s(t) = U_s \cos(2\pi F_s t)$

✓ التوتر المضمن صيغته هي : $u_m(t) = U_m \cos(2\pi F_m t)$

3.1) نحصل في النقطة **A** ، مباشرة بعد الميكروفون على التوتر $u_s(t)$ ، ما دور العلبة السوداء الموضوعة بين النقطتين **A** و **B** ؟

4.1) ما العملية التي يقوم بها الجهاز رقم (2) ؟ اعط التعبير الرياضي للتوتر $u_m(t)$

2) نصل المدخل **X** لراس التذبذب بالنقطة **B** والمدخل **T** بالنقطة **D** فنحصل على المنحنى أسفله .

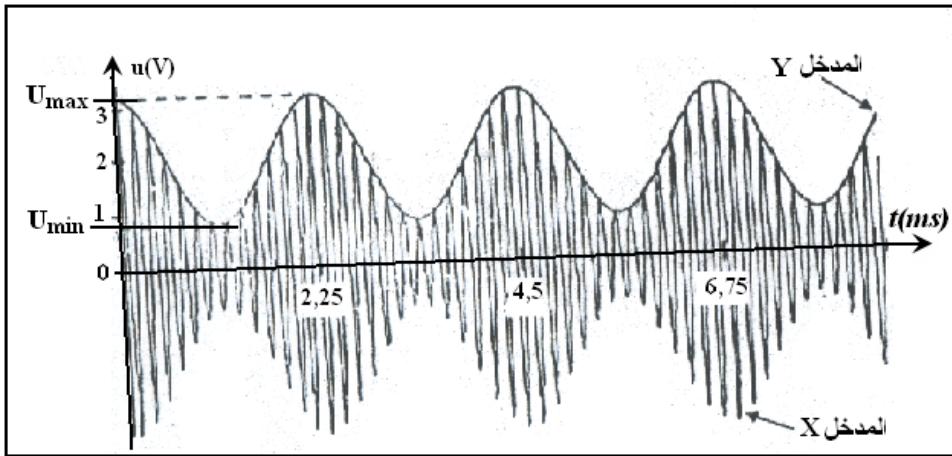
1.2) استخرج من المبيان القيمتين التقريريتين لكل من الدورين S و P للتوتر الحامل والمضمن (بكسر الميم)

2.2) استنتاج قيمي كل من التردددين f_s و F_p

3.2) أ- استخرج من المنحنى القيمتين $U_{m(Min)}$ و $U_{m(Max)}$

ب- استنتاج معامل التضمين m

ج - سم الظاهرة التي تحدث إذا كان معامل التضمين أكبر من واحد $(m > 1)$



(2-4) عبر عن معامل التضمين m بدلالة تواترين ثم اعط الشرط الكافي للحصول على تضمين جيد .
استرجع شرطا آخر للحصول على تضمين جيد .

(2-5) مثل طيف الترددات للإشارة المضمنة (فتح الميم) $u_m(t)$

Www.AdrarPhysic.Com

2^{eme} Bac
(PC)

الموجات الكهرومغناطيسية - تضمين الوسع

Www.AdrarPhysic.Com

التمرين 1

نهم هنا بالبث الإذاعي الذي يتم بواسطة تضمين الوسع حيث يكون التردد المنخفض موافق لإشارات صوتية تتراوح قيمته بين $20Hz$ و $20000Hz$

الجزء الأول: بث موجة مضمنة الوسع (AM)
(1) دراسة الموجة الحاملة :



لمحاكاة موجة حاملة نستعمل مولد GBF يعطي توترا جيبيا $P_m p(t)$ وسعه P_m حيث تعبيره $p(t) = P_m \cos(2\pi F_p t)$. نعيين هذا التوتر بواسطة راسم التذبذب ؛ ويمثل الشكل(1) تغيرات $p(t)$ بدلالة الزمن حيث :
الحساسية الأفقيّة $S_V = 1V / div$ $S_H = 20\mu s / div$ والحساسية الرأسية

1.1 باعتمادك الشكل(1) ، عين الوسع P_m للتوتر الجيبى $p(t)$ الممثل .

2.1 باعتمادك الشكل(1)، عين الدور T_p للتوتر $p(t)$. كيف يمكن تعين هذا الدور بدقة أكبر مع الاحتفاظ بنفس الحساسية الرأسية

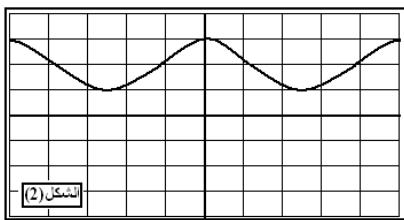
3.1 استنتاج التردد F_p للتوتر $p(t)$

4.1 عين طول الموجة λ للموجة الحاملة ذات نفس تردد الإشارة الجيبية $p(t)$

معطى : سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الهواء : $c = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$
(2) دراسة الإشارة المضمنة :

لمحاكاة الإشارة المضمّنة، نستعمل مولد GBF يعطي توتراً جيبياً $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$ وسعة S_m وتردد f_s حيث تعبير هذا التوتر :

يمكن المولد من إنجاز عملية الجمع $(s(t) + U_0)$ بواسطة راسم التذبذب ويمثل الشكل(2) المنحني المحصل عليه باستعمال : الحساسية الأفقية $S_H = 20\mu\text{s} / \text{div}$ والحساسية الرأسية $S_V = 1V / \text{div}$. عند غياب التوتر تكون البقعة الضوئية على الخط الأفقي الوسطى.



1.2) عين الوعس S_m للتوتر المضمّن .

2.2) باعتمادك (الشكل 2)، عين قيمة توتر الإزاحة U_0

3) دراسة إنجاز موجة مضمّنة الوعس :

يتم تضمين الوعس بواسطة دارة متكاملة (الشكل 3) دورها إنجاز جداء دالتين . نطبق بين الهيكل وكل من المدخلين E_1 و E_2 توترات كهربائية :

□ التوتر الجيبي $p(t)$ على المدخل E_1 والذي يوافق الموجة الحاملة .

□ التوتر الجيبي $s(t) + U_0$ على المدخل E_2 والذي يوافق الموجة الإشارة المضمّنة المراد إرسالها .

تعطي الدارة الكهربائية المتكاملة عند المخرج توتر $u(t)$ يوافق الإشارة المضمّنة ذات التعبير :

$$u(t) = k \cdot p(t) \cdot (s(t) + U_0) \quad \text{مع } k \text{ ثابتة الدارة المتكاملة .}$$

نضع عند الخروج S هوائيًا يبيّث الموجة المضمّنة الوعس ونعيّن التوتر $u(t)$ بواسطة راسم التذبذب . يمثل الشكل(4) المنحني

المحصل عليه مع الحساسية الأفقية $S_H = 20\mu\text{s} / \text{div}$ والحساسية الرأسية $S_V = 1V / \text{div}$

$$m = \frac{S_m}{U_0}$$

1.3) بإدخال نسبة التضمين $A = k \cdot P \cdot U_0$ وبوضع U_{\max} و U_{\min} ، بين أنه يمكن كتابة تعبير التوتر المضمّن الوعس على الشكل التالي :

$$u(t) = A \cdot [m \cos(2\pi f_s t) + 1] \cos(2\pi F_p t)$$

2.3) يمكن كذلك كتابة تعبير توتر مضمّن الوعس على الشكل :

$$u(t) = U_m(t) \cos(2\pi F_p t) \quad \text{مع } U_m(t) = A \cdot [m \cos(2\pi f_s t) + 1]$$

أ) حدد تعبيري U_{\max} و U_{\min} بدلالة A و m .

ب) استنتج أنه يمكن التعبير عن نسبة التضمين بالعلاقة :

$$m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}$$

3.3) باعتمادك الشكل(4) عين قيمتي U_{\max} و U_{\min} وأحسب قيمة

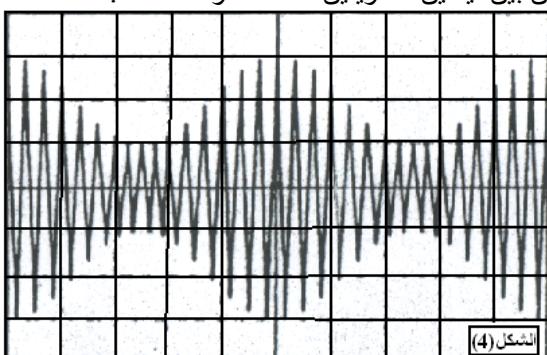
m ثم قارن هذه القيمة مع التي يحصل عليها باعتماد العبارات

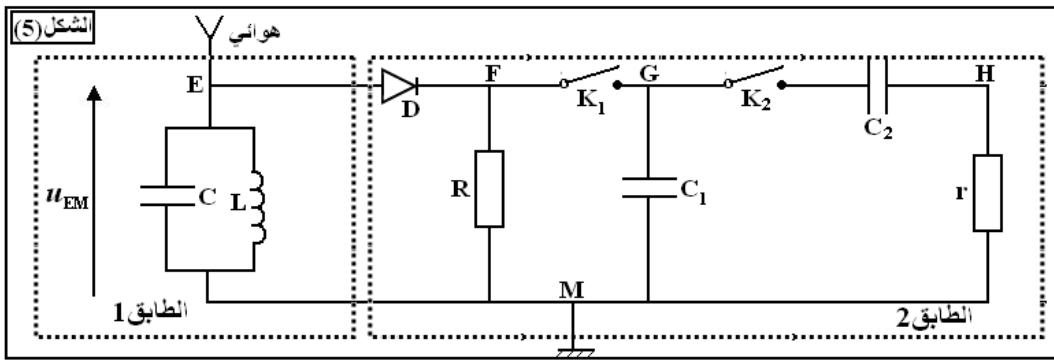
$$m = \frac{S_m}{U_0}$$

4.3) أذكر الشرط لتفادي ظاهرة فوق التضمين . هل تتمكن هذه النتائج السابقة من إثبات تحقيق هذا الشرط ؟

الجزء الثاني: استقبال الموجة المضمّنة

لاستقبال الموجة المرسلة من الهوائي الموضوع عند الخروج S ، نستعمل الجهاز الممثل أسفله (الشكل(5)) حيث نقبل أن الصمام الثنائي مؤمّل . يمكن هذا الجهاز من استقبال الموجات الهرتزية وهو عبارة عن سلسلة إلكترونية نعتزم دراسة بعض مكوناتها .





(1) يتكون الطابق 1 من تجميع مكثف ووشيعة على التوازي .

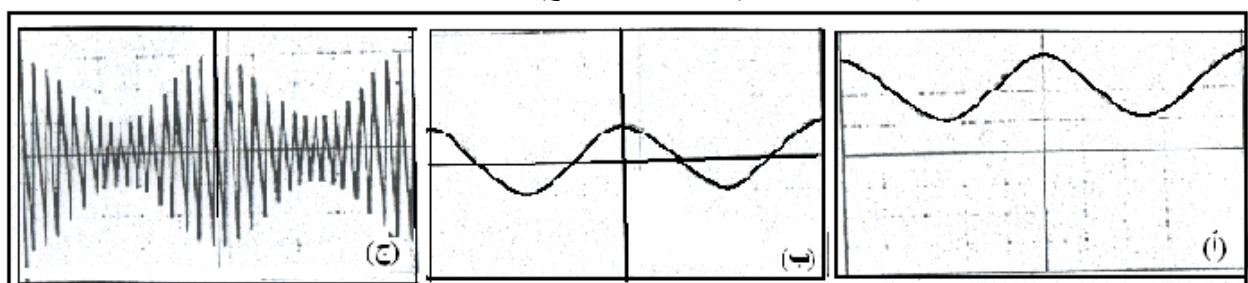
1.1 ما دور ثنائي القطب LC على التوازي المستعمل هنا كممر للمنطقة بالنسبة للتواتر ؟

2.1 تبين الدراسة النظرية أن وسع التوتر u_{EM} يكون قصوي بالنسبة لتردد موجة مستقبلة f_0 حيث $4\pi f_0^2 LC = 1$. علما

أن سعة المكثف هي $C = 0,47 \mu F$ ، أحسب قيمة L معامل تحريض الوشيعة التي تمكن من استقبال موجة ذات تردد

160 KHz

(2) يمكن الطابق 2 من إزالة تضمين الإشارة المستقبلة . نعين بواسطة راسم التذبذب - بالتنابع - التوترات u_{EM} و u_{GM} و u_{HM} حيث M تمثل الهيكل ، فنحصل على الرسوم التذبذبية التالية : (الأشكال أ و ب و ج)



1.2 نعتبر أن قاطعي التيار K_1 و K_2 مفتوحان . عين المنحنى الموافق للتوتر u_{EM} . عل جوابك .

2.2 نعتبر أن K_1 مغلق و K_2 مفتوح ، عين المنحنى الموافق للتوتر u_{GM} . ما دور المجموعة صمام ثانوي D والدارة RC_1 على التوازي ؟

3.2 نعتبر أن قاطعي التيار K_1 و K_2 مغلقان . عين المنحنى الموافق للتوتر u_{HM} . ما دور ثنائي القطب 2 المستعمل هنا كمرشح ممر للترددات العالية .

4.2 نريد تحقيق إزالة تضمين جيد ولذا يشترط أن تكون ثابتة الزمن $\tau_1 = RC_1 < T_s < T_p$ مع دور الإشارة المضمنة T_p دور الإشارة الحاملة .

تطبيق : لدينا $R = 10K \Omega$ و $T_p = 6,25 \mu s$ و $T_s = 100 \mu s$ ؛ حدد من بين القيم التالية السعة التي تمكن من تحقيق $220nF - 22nF - 2,2nF - 220pF$ أحسن إزالة تضمين :