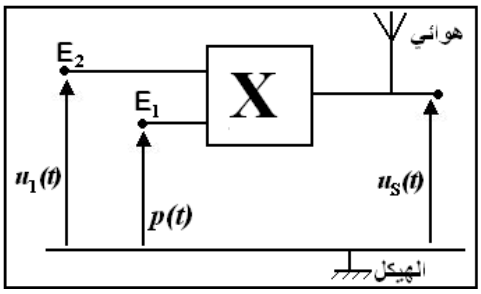
2 éme Bac (PC)	**الموجات الكهرمغناطيسية ـ تضمين الوسع**	

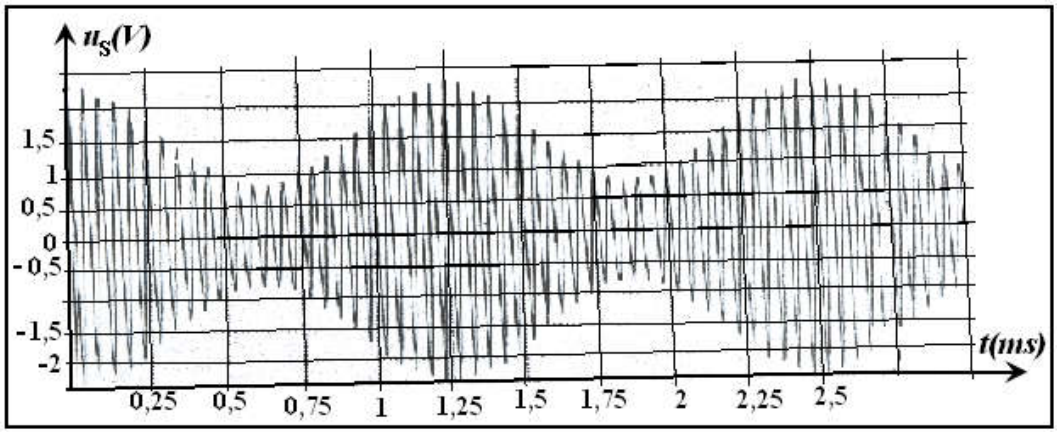
التمرين 1

خلال حصة للأشغال التطبيقية ، أنجز التلاميذ تركيبا كهربائيا مكنهم من إرسال واستقبال إشارة هرتزية .



1) إرسال الإشارة

لإرسال هذه الإشارة استعمل التلاميذ التركيب الممثل جانبه، حيث نطبق عند المدخل E_1 التوتر الحامل $p(t) = P_m \cos(2\pi Ft)$. في حين نطبق عند المدخل E_2 الإشارة المراد إرسالها $s(t) = S_m \cos(2\pi ft)$ وذلك بعد إضافة توتر مستمر U_0 لها، حيث لدينا $u_1(t) = U_0 + S_m \cos(2\pi ft)$. ثم نعاين أخيرا بواسطة راسم التذبذب منحنى التوتر $u_S(t)$ الممثل أسفله



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

2.1) لماذا نضيف التوتر المستمر(توتر الإزاحة) للإشارة المراد إرسالها ؟ ما الشرط الذي يجب أن يتوفر لانجاز تضمين جيد ؟

3.1) يعطي الجهاز السابق عند مخرجه توترا $u_S(t)$ متناسب أطرادا مع جداء التوترين المطبقين عند مدخليه:

$$u_S(t) = k\, u_1(t).p(t)$$

أ) ماذا تمثل الثابتة k وما هي وحدتها ؟

ب) بين أن التوتر $u_S(t)$ يمكن أن يكتب على الشكل التالي : $u_S(t) = A.\left[1 + m\cos(2\pi ft)\right]\cos(2\pi Ft)$

ج) استنتج تعبير الثابتة A .

4.1) باستعمال المنحنى السابق، حدد قيمة كل من الترددين f و F .

2) استقبال الإشارة

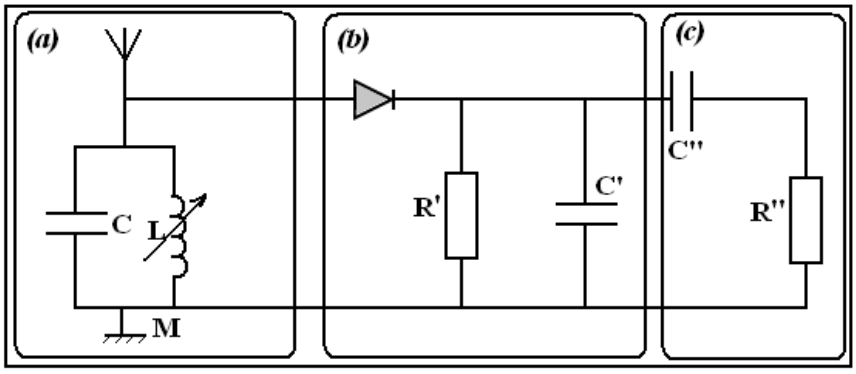
يتم عمليا استقبال الإشارة بواسطة التركيب الممثل أسفله والمتكون من عدة أجزاء مركبة الواحدة تلو الأخرى .

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

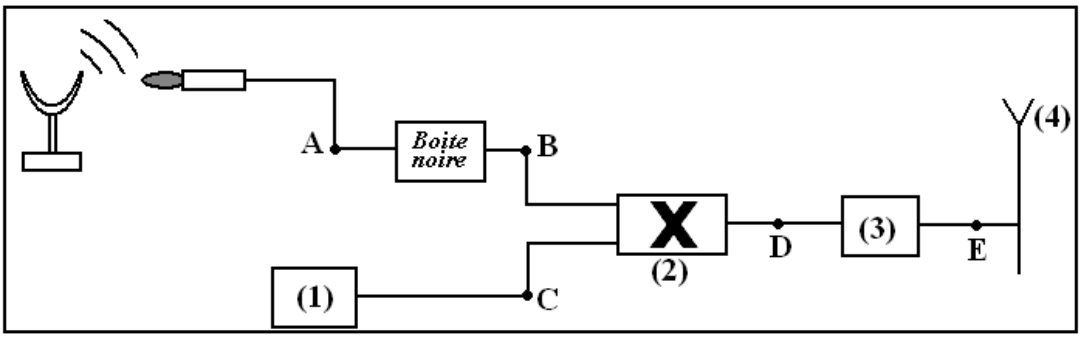
2.2) اشرح كيف تتم عملية التقاط محطة إذاعية ؟

3.2) تحقق من أن الدارة LC مضبوطة على الإشارة المرسلة عندما يكون معامل التحريض هو : $L = 62mH$. نعطي : $\pi\sqrt{62}\ ;\ 25$ و $C = 1nF$.

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



1) تمثل التبيانة الممثلة أسفله سلسلة إرسال الصوت عن طريق التضمين بالوسع . تتكون السلسلة من عدة أجهزة مرقمة من1 إلى 4.



1.1) تعرف على الأجهزة المرقمة في السلسلة من بين الأجهزة التالية :
هوائي الإرسال ـ مضخم الترددات المرتفعة ـ مولد GBF للترددات المرتفعة ـ دارة متكاملة منجزة للجداء ـ فولتمتر .

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

- ✓ التوتر الحامل صيغته هي : $u_P(t) = U_P \cos(2\pi F_P t)$
- ✓ التو تر المضمن المنخفض التردد ، صيغته هي : $u_S(t) + U_0$
- ✓ التوتر المضمن صيغته هي : $u_m(t)$.

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) ؟ إعط التعبير الرياضي للتوتر $u_m(t)$.

2) نصل المدخل X لراسم التذبذب بالنقطة B والمدخل Y بالنقطة D فنحصل على المنحنى أسفله .

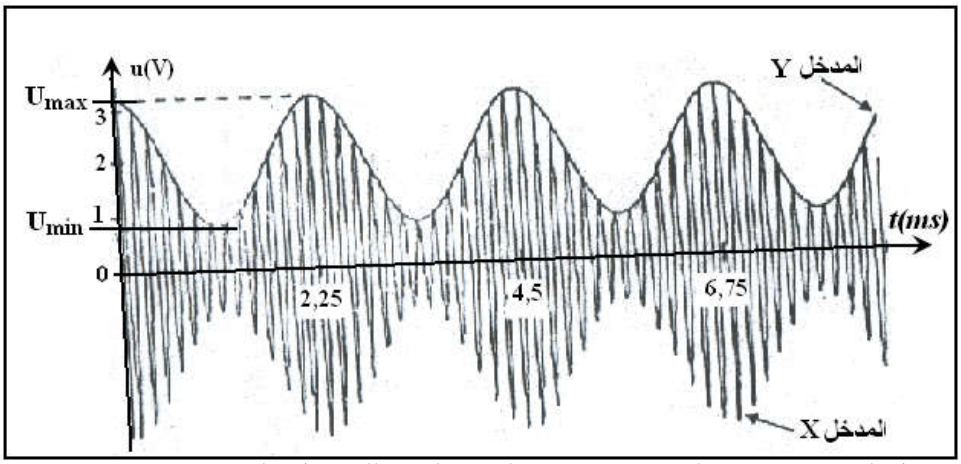
1.2) استخرج من المبيان القيمتين التقريبيتين لكل من الدورين T_S و T_P للتوتر الحامل والمضمّن (بكسر الميم)

2.2) استنتج قيمتي كل من الترددين F_P و f_S .

3.2) أـ استخرج من المنحنى القيمتين $U_{m(Max)}$ و $U_{m(Min)}$.

ب ـ استنتج معامل التضمين m .

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



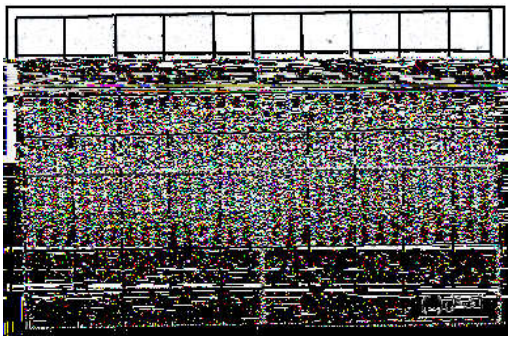
4-2) عبر عن معامل التضمين m بدلالة توترين ثم إعط الشرط الكافي للحصول على تضمين جيد .
استرجع شرطا آخر للحصول على تضمين جيد .

5-2) مثل طيف الترددات للإشارة المضمَّنة (بفتح الميم) $u_m(t)$.

2 éme Bac (PC)	الموجات الكهرمغناطيسية ـ تضمين الوسع	

التمرين 1

نهتم 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 مضمّنة الوسع (AM)

1) دراسة الموجة الحاملة :

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

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

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

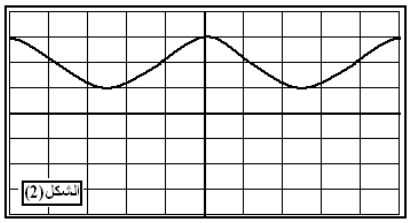
3.1) استنتج التردد F_P للتوتر $p(t)$.

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

معطى : سرعة الموجات الكهرمغناطيسية في الهواء : $c = 3.10^8 m.s^{-1}$.

2) دراسة الإشارة المضمّنة :

لمحاكاة الإشارة المضمّنة ،نستعمل مولد GBF يعطي توترا جيبيا $s(t)$ وسعه S_m وتردده f_s حيث تعبيرهذا التوتر : $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$. يمكن المولد من إنجاز عملية الجمع $(s(t) + U_0)$ بواسطة راسم التذبذب ويمثل الشكل(2) المنحنى المحصل عليه باستعمال : الحساسية الأفقية $S_H = 20\mu s / div$ والحساسية الرأسية $S_V = 1V / div$. عند غياب التوتر تكون البقعة الضوئية على الخط الأفقي الوسطي.

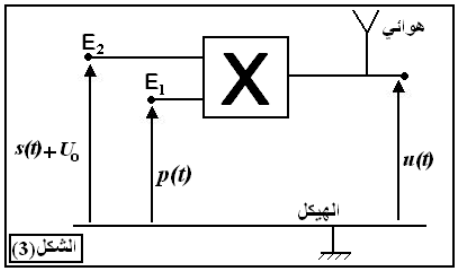


1.2) عين الوسع S_m للتوتر المضمّن .

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

3) دراسة إنجاز موجة مضمنة الوسع :

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



- 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 المضمنة المراد إرسالها .

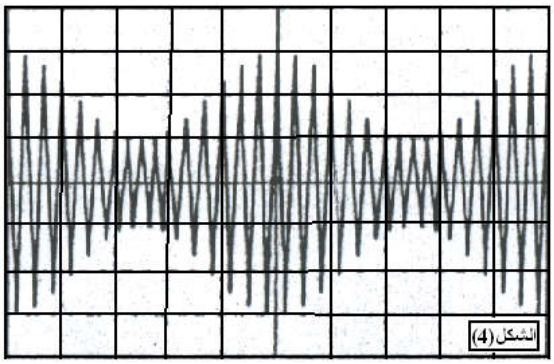
تعطي الدارة الكهربائية المتكاملة عند المخرج توترا $u(t)$ يوافق الإشارة المضمّنة ذات التعبير : $u(t) = k.p(t).(s(t)+U_0)$ مع k ثابتة الدارة المتكاملة .

نضع عند الخروج S هوائيا يبث الموجة المضمَّنة الوسع ونعاين التوتر $u(t)$ بواسطة راسم التذبذب . يمثل الشكل(4) المنحنى المحصل عليه مع الحساسية الأفقية $S_H = 20\mu s / div$ والحساسية الرأسية $S_V = 1V / div$

1.3) بإدخال نسبة التضمين $m = \frac{S_m}{U_0}$ وبوضع $A = k.P_m.U_0$ ، بين أنه يمكن كتابة تعبير التوتر المضمَّن الوسع على الشكل التالي :

$$u(t) = A.\left[m\cos(2\pi f_s t) + 1\right]\cos(2\pi F_P t)$$

2.3) يمكن كذلك كتابة تعبير توتر مضمن الوسع على الشكل : $u(t) = U_m(t)\cos(2\pi F_P t)$ مع $U_m(t) = A.\left[m\cos(2\pi f_s t) + 1\right]$ حيث يتغير وسع التوتر المضمَّن بين قيمتين قصويتين U_{min} و U_{max} .


الشكل(4)

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

ب) استنتج أنه يمكن التعبير عن نسبة التضمين بالعلاقة :

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

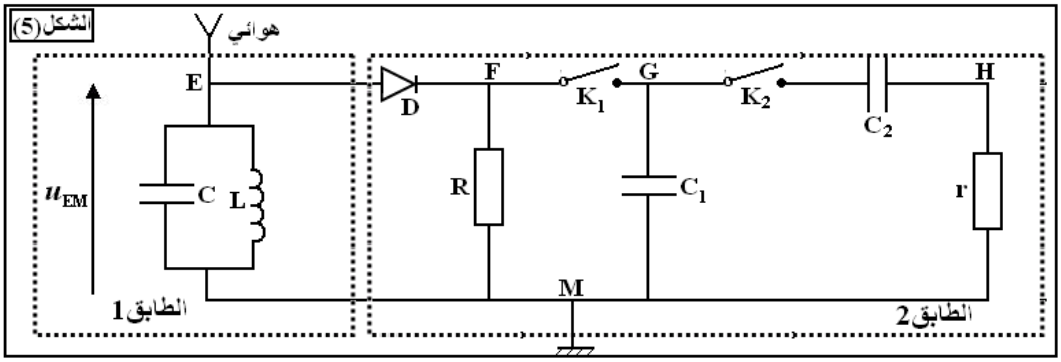
3.3) باعتمادك الشكل(4) عين قيمتي U_{min} و U_{max} وأحسب قيمة m

ثم قارن هذه القيمة مع التي يحصل عليها باعتماد العبارة $m = \frac{S_m}{U_0}$.

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

الجزء الثاني: استقبال الموجة المضمَّنة

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

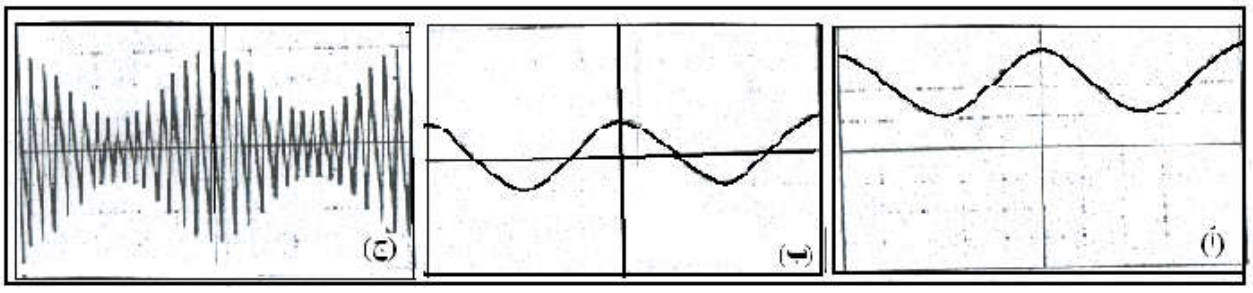


1) يتكون الطابق 1 من تجميع مكثف ووشيعة على التوازي .

1.1) ما دور ثنائي القطب LC على التوازي المستعمل هنا كممرر للمنطقة بالنسبة للتوتر ؟

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 $160KHz$.

2) يمكن الطابق 2 من إزالة تضمين الإشارة المستقبلة . نعاين بواسطة راسم التذبذب ـ بالتتابع ـ 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} . علل جوابك .

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

3.2) نعتبر أن قاطعي التيار K_1 و K_2 مغلقان . عين المنحنى الموافق للتوتر u_{HM} . ما دور ثنائي القطب rC_2 المستعمل هنا كمرشح ممرر للترددات العالية .

4.2) نريد تحقيق إزالة تضمين جيد ولذا يشترط أن تكون ثابتة الزمن $\tau_1 = RC_1$ كالتالي : $T_P < RC_1 < T_s$ مع T_s دور الإشارة المضمّنة و T_P دور الإشارة الحاملة .

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