تمرين 1

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

1) الفوج أ : إرسال الإشارة

لإرسال هذه الإشارة استعمل التلاميذ الدارة المتكاملة المنجزة ، حيث طبقوا عند المدخل E_1 التوتر الحامل p(t) . في حين طبقوا عند المدخل E_2 الإشارة المراد إرسالها s(t) وذلك بعد إضافة توتر مستمر U_0 لها .

1.1) ما الهدف من وراء استعمال الدارة المتكاملة ؟ اعط تمثيلها الاصطلاحي.

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 تعبيره :

$$u(t) = 0,1.\left[0,5.\cos(10^3\pi t) + 0,7\right]\cos(2.10^4.\pi t)$$

أ) حدد التردد F_P للتوتر الحامل والتردد f_s للإشارة المضمّنة. ماذا تستنتج؟

ب) أحسب نسبة التضمين m. ماذا تستنتج؟.

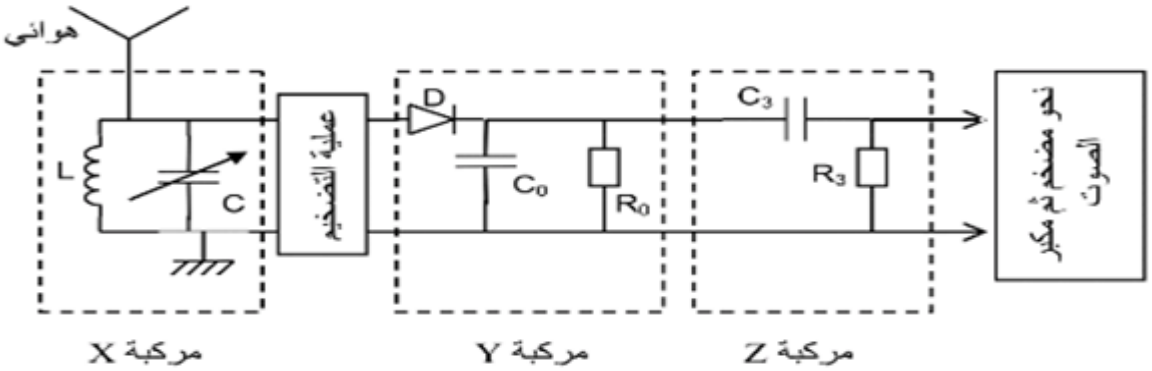
ج) وضح كيف نتأكد عمليا من جودة تضمين الوسع.

د) بين ان التوتر المضمن عبارة مجموع ثلاث دوال جيبية و ارسم طيف الترددات المكون للموجة المضمنة.

2) الفوج ب : استقبال الإشارة المرسلة من الفوج أ

يتم عمليا استقبال الإشارة بواسطة التركيب الممثل أسفله والمتكون من عدة أجزاء مركبة الواحدة تلو الأخرى X، Y و Z .

تتكون المركبة X من وشيعة معامل تحريضها الذاتي L=5,3mH ومقاومتها مهملة، ومكثف سعته C قابلة للضبط بين القيمتين C_1=13,1nF و C_2=52,4nF. (نذكر أن $1nF=10^{-9}F$)



1-2) عرف عملية إزالة التضمين.

2.2) أعط اسم المركبة X ثم حدد دورها . اشرح كيف تتم عملية التقاط محطة إذاعية ؟

3.2) تحقق أن المركبة X تمكن من التقاط الموجة المرغوب فيها؟.

4.2) حدد قيمة C سعة المكثف المناسب للالتقاط الموجة المرغوب فيها.

5.2) تتكون المركبة Z من موصل أومي مقاومته R=1KΩ و مكثف سعته C=1,2µF، ما اسمها ؟ وما دور كل من جزء مكون لها ؟هل حصل التلاميذ على إزالة تضمين جيد؟ علل الجواب.

5.2) ما هو دور المركبة Z ؟

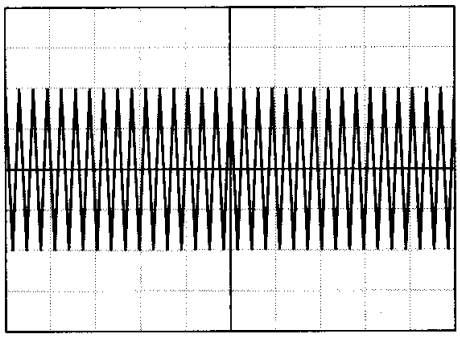
تمرين 2

نهتم هنا بالبث الإذاعي الذي يتم بواسطة تضمين الوسع حيث يكون التردد المنخفض موافق لإشارات صوتية تتراوح قيمته بين 20Hz و20KHz.

الجزء الأول: بث موجة مضمَّنة 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=20µs/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) .

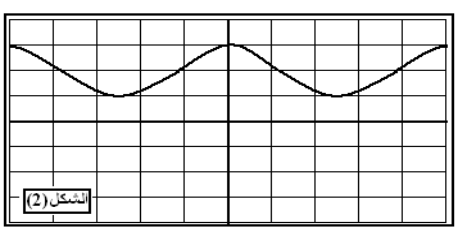
3.1) استنتج التردد F_p للتوتر p(t).

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

معطى : سرعة الموجات الكهرمغناطيسية في الهواء : $C=3.10^8m/s$.

2) دراسة الإشارة المضمّنة :

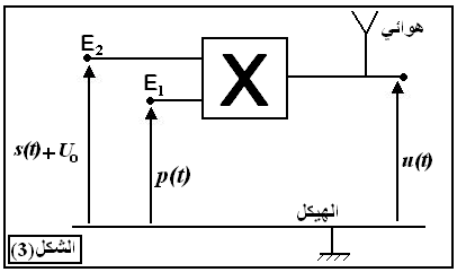
لمحاكاة الإشارة المضمّنة ،نستعمل مولد GBF يعطي توترا جيبيا s(t) وسعه S_m وتردده f_s حيث تعبير هذا التوتر : $s(t)=S_m.\cos(2.\pi.F_s.t)$. يمكن المولد من إنجاز عملية الجمع $s(t)+U_0$ بواسطة راسم التذبذب ويمثل الشكل (2) المنحنى المحصل عليه باستعمال : الحساسية



الأفقية $S_h=20\mu s/div$ والحساسية الرأسية $S_v=1V/div$. عند غياب التوتر تكون البقعة الضوئية على الخط الأفقي الوسطى.

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 $u_s(t)$ يوافق الإشارة المضمّنة ذات التعبير : $u_s(t) = k \times [S(t) + U_0] \times P(t)$ مع k ثابتة الدارة المتكاملة .

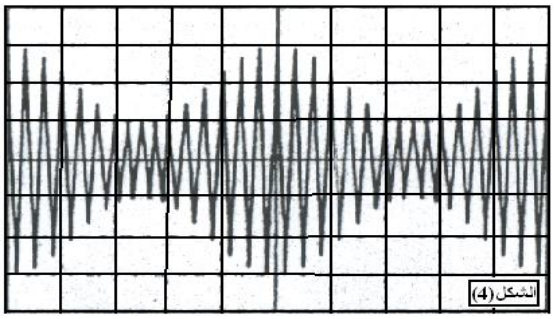
نضع عند الخروج S هوائيا يبث الموجة المضمَّنة الوسع ونعاين التوتر $u_s(t)$ بواسطة راسم التذبذب . يمثل الشكل (4) المنحنى المحصل عليه مع الحساسية الأفقية $S_h=20\mu s/div$ والحساسية الرأسية $S_v=1V/div$

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

$$u_s(t) = A \times [1 + m\cos(2\pi.f_s.t)] \times \cos(2\pi.f_P.t)$$

2.3) يمكن كذلك كتابة تعبير توتر مضمن الوسع على الشكل : $u_s(t)=U_m(t)\times\cos(2\pi.f_P.t)$ مع $U_m(t) = A \times [1 + m\cos(2\pi.f_m.t)]$

حيث يتغير وسع التوتر المضمَّن بين قيمتين قصويتين $U_{m\,max}$ و $U_{m\,min}$.



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

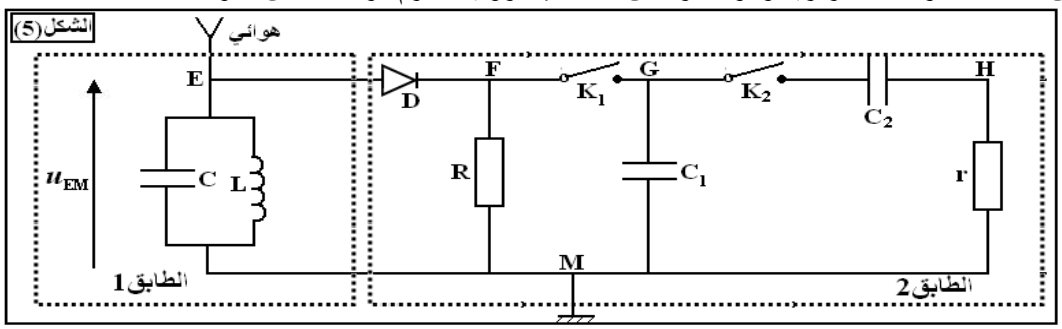
ب) استنتج أنه يمكن التعبير عن نسبة التضمين بالعلاقة $m = \dfrac{U_{m.max} - U_{m.min}}{U_{m.max} + U_{m.min}}$.

3.3) باعتمادك الشكل(4) عين قيمتي $U_{m\,max}$ و $U_{m\,min}$ وأحسب قيمة m ثم قارن هذه القيمة مع التي يحصل عليها باعتماد العبارة : $m=S_m/U_0$.

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 .

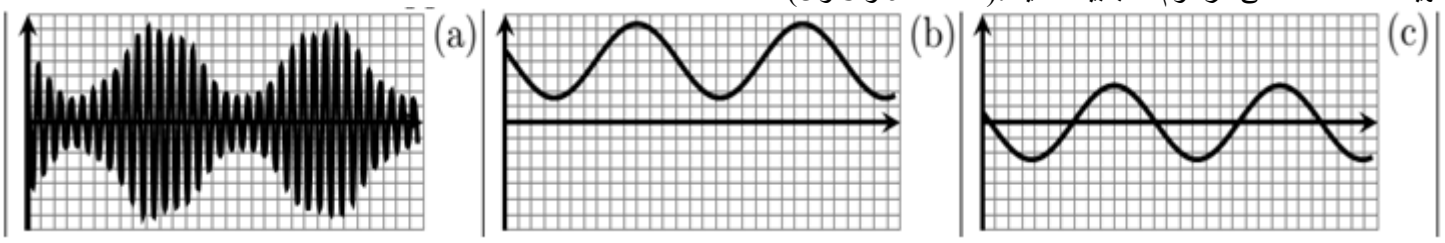


1) يتكون الطابق 1 من تجميع مكثف ووشيعة على التوازي .

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 $4.\pi.f_0^2.L.C=1$. 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} وu_{GM} و u_{HM} حيث M تمثل الهيكل، فنحصل على الرسوم التذبذبية التالية :(الأشكال a و b و c)



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 $\tau_1=RC1$ كالتالي : $T_s << \tau = R.C < T_p$ 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 :

$\boldsymbol{220nF - 22nF - 2,2nF - 220pF}$.