الموجات الكهرمغناطيسية و نقل المعلومات

ذ.الفزيزال

LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES,
SUPPORT DE CHOIX POUR TRANSMETTRE DES INFORMATIONS.

I) الموجات الكهرمغناطيسية :

- الموجات هي انتقال للطاقة دون انتقال للمادة وتنتشر في أوساط متجانسة وعازلة وفق مسار مستقيمي و في كل الاتجاهات وتنعكس على السطوح الموصلة (لذلك يلزم هوائي للسيارة لاستقبال الموجات الإذاعية) .
  تنتشر بسرعة حدية $C = 3.10^8\ m.s^{-1}$ في الفراغ
- يمكن إنتاج موجات كهرمغناطيسية انطلاقا من تيارات كهربائية متغيرة خلال الزمن .
- هي ظواهر دورية تتميز بدور T وتردد حيث : $\lambda = CT = \frac{C}{N}$ N

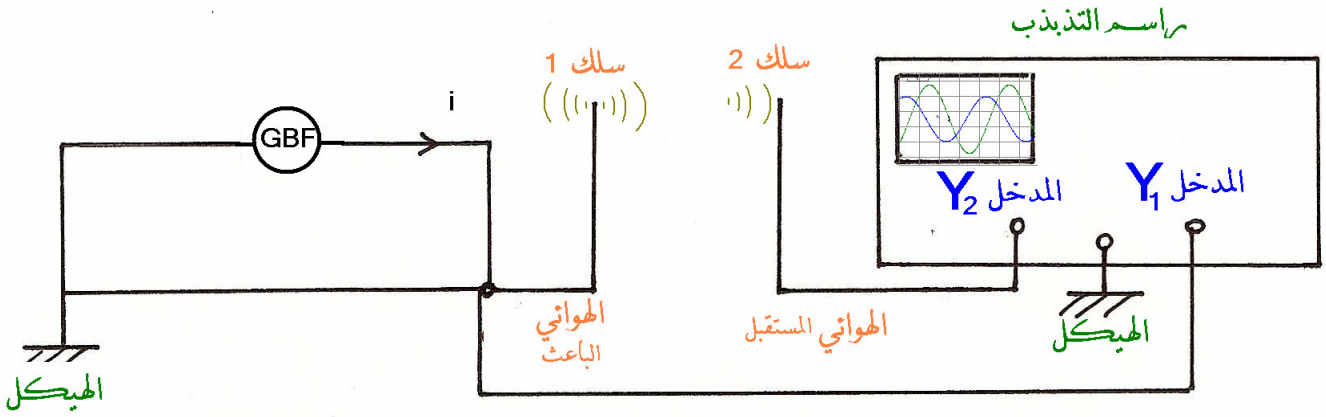
الموجات الضوئية : $10^{-8} < \lambda < 10^{-4}$ m (IR) (UV)
$3.10^{12} < N < 3.10^{16}$ Hz

فوق البنفسجية — تحت الحمراء

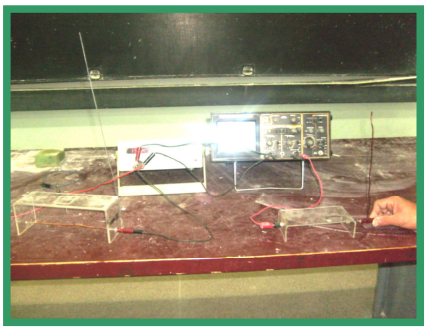
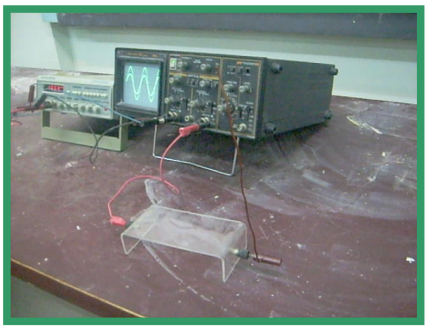
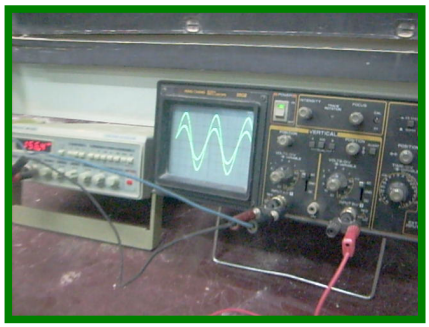
الموجات الهرتزية : $10^{-3} < \lambda < 10^{4}$ m
$3.10^{4} < N < 3.10^{11}$ Hz

II) إرسال واستقبال المعلومات بواسطة موجات هرتزية

1.2) الإبراز التجريبي :



Moutamadris.ma

2.2) التعليل :

- يلعب السلك 1 دور الهوائي الباعث ، بينما يلعب السلك 2 دور الهوائي المستقبل
- التوتران المعاينان على شاشة راسم التذبذب توتران جيبيان لهما نفس التردد

3.2) خلاصة : للموجة الكهرمغناطيسية الواردة على هوائي مستقبل والإشارة الكهربائية الناتجة عنها نفس التردد

III) تضمين توتر جيبي

1.3) من معلومة إلى إشارة كهربائية

لنقل معلومة (صوت ، موسيقى ، صورة ....) يجب تحويلها إلى إشارات كهربائية وهي إشارات ذات ترددات منخفضة BF (من رتبة قدر 10^3; 10^2 وقد تتجاوز 10^4Hz). تبين الأسباب التالية استحالة نقل المعلومات بكيفية مباشرة بواسطة الموجات الهرتزية :

1. التشويش على المعلومة : لا يميز الهوائي المستقبل بين إشارتين BF تنتميان لنفس مجال الترددات
2. المدى القصير للموجات الكهرمغناطيسية ذات الترددات المنخفضة : على عكس الموجات الكهرمغناطيسية ذات الترددات المنخفضة BF التي تخمد مع طول المسافة ، فإن الموجات الكهرمغناطيسية ذات الترددات العالية HF ($N>10^5$Hz) يمكنها الانتشار لمسافات كبيرة .
3. أبعاد الهوائي المستقبل للموجات الهرتزية : إن أبعاد الهوائي المستقبل لموجة معينة يجب أن لا يتعدى $\lambda/2$.

مثال بالنسبة لموجة ذات تردد $N = 2kHz$ ، تكون $\lambda = 150Km$

2.3) الإشارة والموجة الحاملة

لنقل المعلومات بكيفية جيدة يجب استعمال مجال الترددات العالية ، الشيء الذي يستلزم استعمال موجة حاملة ذات تردد عالي تحمل الإشارة BF على شكل موجة مضمنة

3.3) المقادير التي يمكن تضمينها :

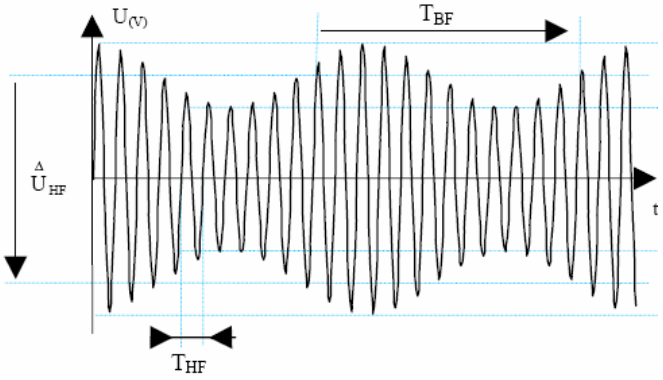
الموجة الحاملة عبارة عن توتر جيبي يتميز بوسع U_m وبتردد N وبطور φ ومن تم يمكن تضمين :

Moutamadris.ma

❖ **الوسع** : يتغير وسع الموجة الحاملة U_m حسب تغير الإشارة المضمنة وتعبير التوتر المضمن هو :

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

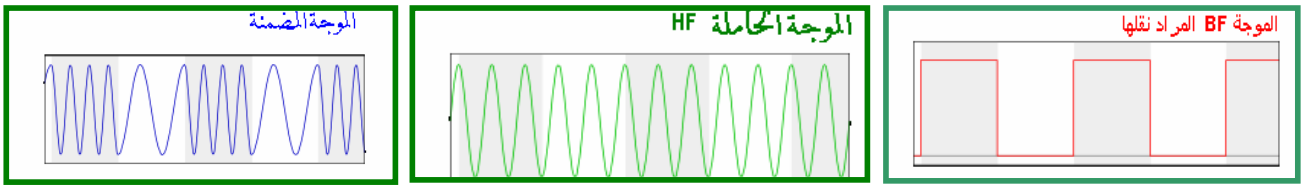
حيث : N و φ ثابتتان



❖ **التردد** : يتغير تردد الموجة الحاملة حسب تغير الإشارة المضمنة ، تعبير u(t)

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

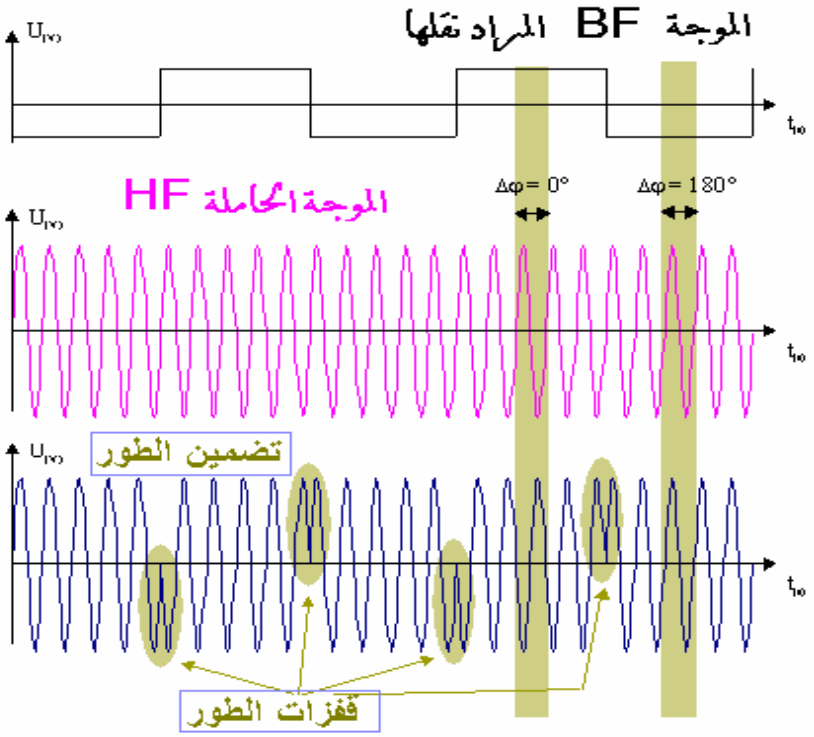
حيث : U_m و φ ثابتتان



❖ **الطور** : طور الموجة الحاملة φ يتغير حسب تغير الإشارة المضمنة ومنه :

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

حيث : U_m و N ثابتتان



Moutamadris.ma

تضمين الوسع MODULATION D'AMPLITUDE

ذ.الفزيزال

تهدف الدراسة إلى شرح مبدأ تضمين الوسع وإبرازه بأنشطة تجريبية

I) تضمين الوسع :

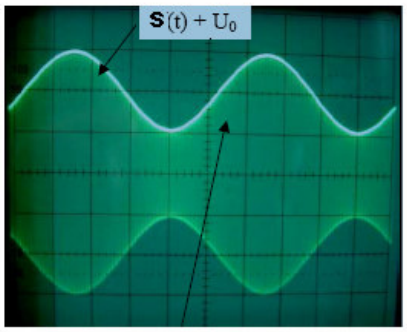
1.1) المبدأ : نظرا لكون الإشارة– المعلوماتية (signal informatif)ذات تردد منخفض BF وأن الهوائي لا يميز بين إشارتين BF و لإرسالها يجب تضمينها في موجة (إشارة) قادرة على الانتشار دون تبدد وهذه الموجة الحاملة من صنف HF وذات تردد عالي ولاسترجاعها يجب إزالة التضمين . كيف نضمن وكيف نزيل التضمين ونتحقق من جودة هذا التضمين ؟

تكون الموجة الحاملة بين الهوائي الباعث والهوائي المستقبل موجة ذات تردد عالي HF

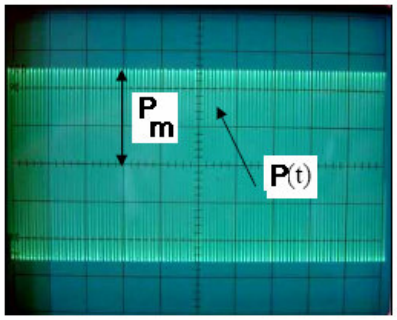
يحدث تغيير في الموجة الحاملة بحيث يتغير وسعها وفق ما تتطلبه الإشارة المضمنة وبالتالي تحدث تضمين للوسع

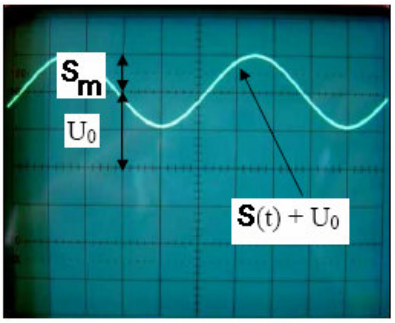
لتضمين الوسع يتطلب :

- ❖ موجة جيبية حاملة H F: $P(t) = P_m \cos(2\pi N_P t)$
- ❖ الإشارة المراد نقلها BF: $S(t) = S_m \cos(2\pi N_S t)$ (الرمز S يدل على مدلول الإشارة: Signal)
- ❖ المركبة المستمرة للتوتر: U_0



الإشارة S(t) مضمنة بالوسع
من طرف P(t)
S(t) غلاف التوتر المضمن يتبع تغيرات التوتر



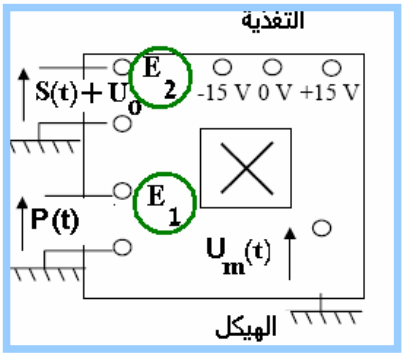


دور U_0 هو إحداث إزاحة
للموجة S(t)

2.1) الإبراز التجريبي

2.11)الدارة المتكاملة المنجزة للجذاء

لتضمين الوسع للموجة الحاملة نستعمل مضخما للتوتر وهو عبارة عن دارة متكاملة تمكن من الحصول عند مخرجها التوتر $U_m(t)$



Moutamadris.ma

2.12) تعبير التوتر المضمن

❖ التوتر المطبق عند المدخل E_1 للدارة المنجزة للجذاء (تضخيم) هو: $P(t) = P_m \cos(2\pi N_P t)$

❖ التوتر المطبق عند المدخل E_2 هو : $S(t) + U_0 = S_m \cos(2\pi N_S t) + U_0$ (1)

❖ توتر الخروج : $U_S(t) = U_m(t).\cos(2\pi N_P t)$ (2)

نبرهن أن تعبير توتر الخروج هو : $U_S(t) = k \times P(t) \times [S(t) + U_0]$ (3) مع $k \approx 0,1$

بمقارنة العلاقتين (2) و(3) نستنتج أن وسع توتر الخروج $U_m(t)$ يكتب على الشكل التالي:

$$U_m(t) = k \times P_m \times [S(t) + U_0]$$

نضع : $a = k \times P_m$

$b = U_0$

$$\Rightarrow U_m(t) = a(S(t) + b)$$

تضمين الوسع إذن هو جعل الوسع المضمن(بفتح وتشديد الميم) $U_m(t)$ عبارة عن دالة تآلفية للتوتر المضمن (بكسر و تشديد الميم) $S(t)$ وبالتالي يعيد تغيرات $S(t)$.

ملحوظة : نعرف نسبة التضمين $m = \frac{S_m}{U_0}$ بحيث S_m وسع الإشارة المعلومية ومن تم يمكن كتابة الوسع $U_S(t)$ على الشكل التالي بوضع $A = k.P_m.U_0$

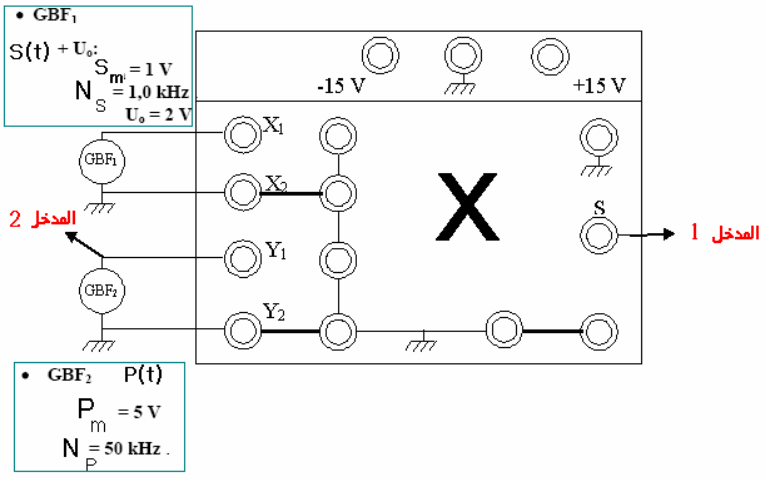
$$U_S(t) = A[1 + m.\cos(2\pi N_S t)].\cos(2\pi N_P t)$$

مع : $U_m(t) = A[1 + m.\cos(2\pi N_S t)]$

يمكن اعتبار إشارة توتر الخروج $U_S(t)$ هو إشارة الموجة الحاملة عوض (فعل مبني للمجهول) وسعه P_m بالمقدار $A[1 + m.\cos(2\pi N_S t)]$ والذي يوافق الوسع المضمن بالإشارة – المعلومة

3.1) الدراسة التجريبية

1.31) الدارة الكهربائية



الحساسية الرأسية لراسم التذبذب:

➢ المدخل Y_1 : $1V.div^{-1}$

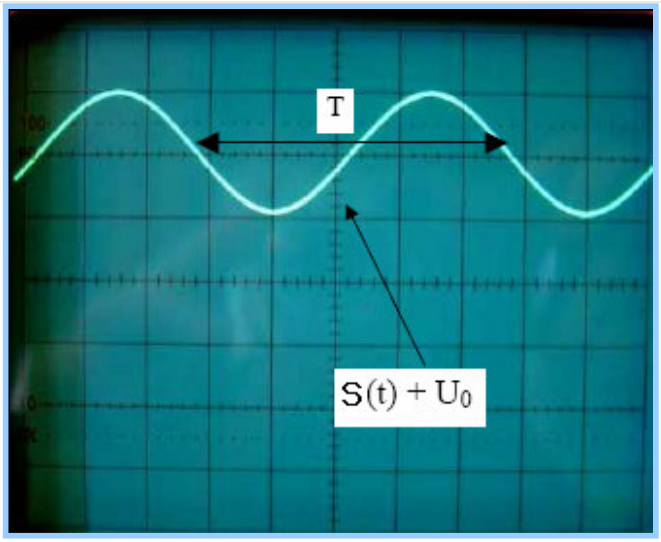
➢ المدخل Y_2 : $2V.div^{-1}$

الحساسية الأفقية(الكسح): $0,2ms.div^{-1}$

23.1) المعاينة

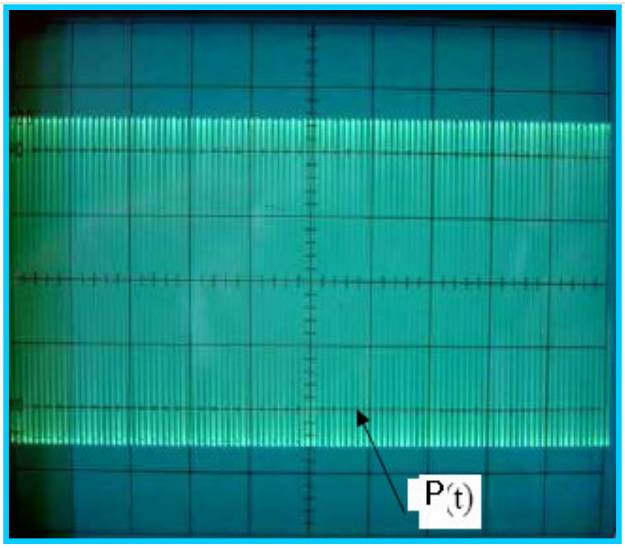
Moutamadris.ma

❖ قبل تشغيل المضخم



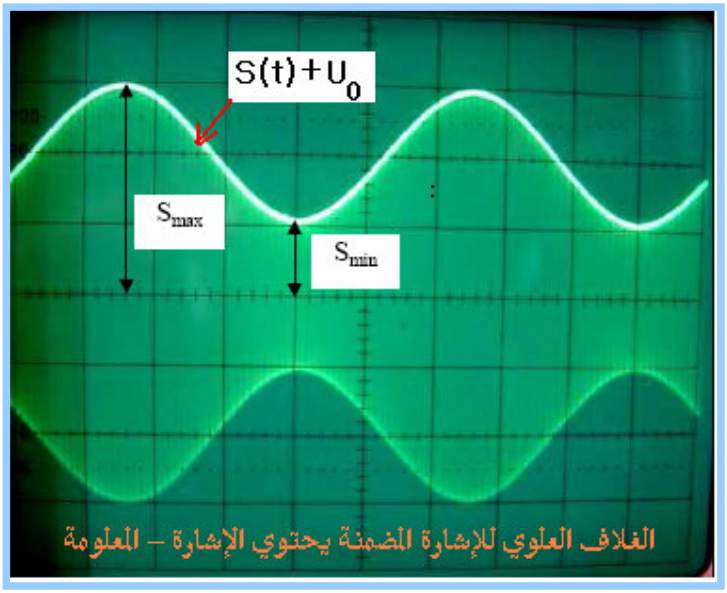
GBF1: $S(t)+U_0$ بتشغيل زر DC (عند تشغيل زرAC تنعدم U_0)

الإشارة– المعلومة: على المدخل Y_1



GBF2: P(t) الموجة الحاملة على المدخل Y_2

❖ بعد تشغيل المضخم : نعاين $U_S(t)$ توتر (إشارة) الخروج



نلاحظ أن الإشارة المضمنة الوسع تتذبذب بين قيمة قصوية S_{max} وقيمة دنوية S_{min} . نعرف نسبة التضمين

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

تطبيق عددي:

$$S_{max}=3\times 2=6V$$
$$S_{min}=1\times 2=2V$$
$$m=\frac{6-2}{6+2}=\frac{4}{8}=\frac{1}{2}$$

وهو نفس النسبة التي تم تعريفها سابقا :

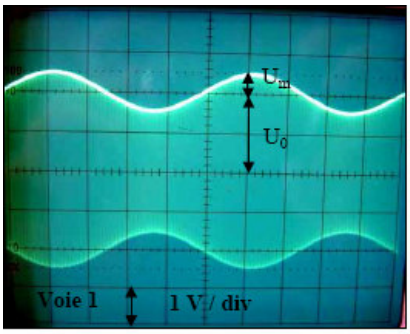
$$m=\frac{S_{max}}{U_0}=\frac{1V}{2V}=\frac{1}{2}$$

331) تأثير نسبة التضمين:

تمكن نسبة التضمين من تحديد جودة التضمين :

- يكون التضمين ذا جودة عندما يكون غلاف الإشارة الحاملة P(t) تتطابق مع الإشارة – المعلومة $(S(t)+U_0)$ وهذا يوافق $m<1$.
- يكون التضمين رديئا عندما لا تحافظ الإشارة المضمنة على الإشارة – المعلومة : $m\geq 1$

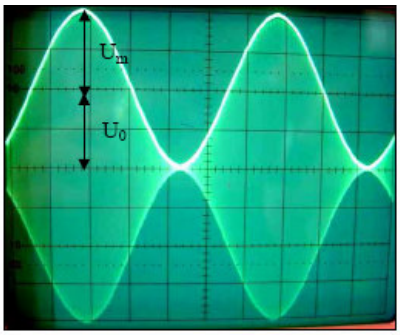
Moutamadris.ma



$U_0 = 2\ V$ $\quad U_m = 0{,}5\ V$

$U_0 > U_m$ $\quad m = \frac{U_m}{U_0} = \frac{1}{4} < 1$

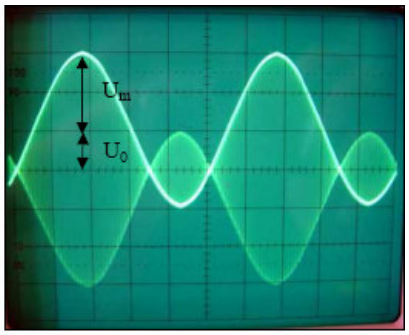
$m < 1$ تحت – تضمين



$U_0 = 2\ V$ $\quad U_m = 2\ V$

$U_0 = U_m$ $\quad m = \frac{U_m}{U_0} = 1$

$m = 1$ تضمين – حرج



$U_0 = 1\ V$ $\quad U_m = 2\ V$

$U_0 < U_m$ $\quad m = \frac{U_m}{U_0} = 2 > 1$

$m > 1$ فوق – تضمين

خلاصة : للحصول على تضمين جيد يجب:

- ❖ **أن تكون نسبة التضمين :** $m\langle 1$
- ❖ **تردد الموجة الحاملة أكبر بكثير من تردد الموجة – المعلومة :** $N_P \gg N_S$

4.1) طريقة شبه المنحرف :

للتأكد من الحصول على تضمين جيد يجب ربط :

1. **التوتر – المعلومة :** $S(t) + U_0$ **بالمدخل** X **لراسم التذبذب**
2. **التوتر المضمن** $U_S(t)$ **بالمدخل** Y **لراسم التذبذب .**

فنحصل على المعاينة التالية عند تغيير نسبة التضمين m

استعمال الزر XY **لمعاينة الحالات التالية حسب طبيعة التضمين**

III) إزالة التضمين

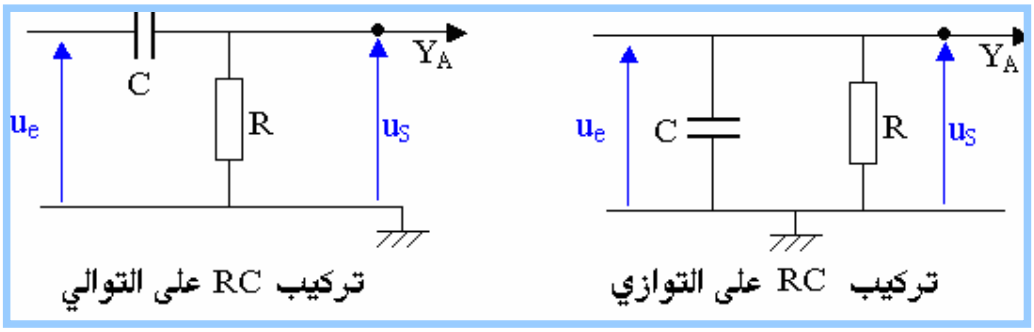
Moutamadris.ma

المبدأ: يهدف إزالة التضمين إلى " استرجاع " الإشارة – المعلومة BF المبعوثة عبر الموجة المضمنة بالوسع HF

1.3) المرشحات RC

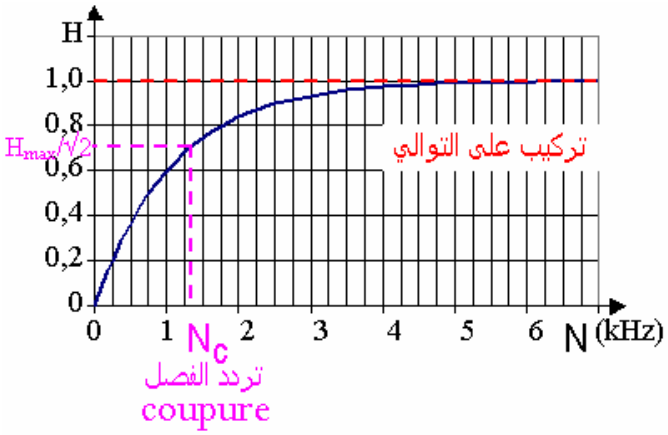
113) دراسة ثنائي القطب RC

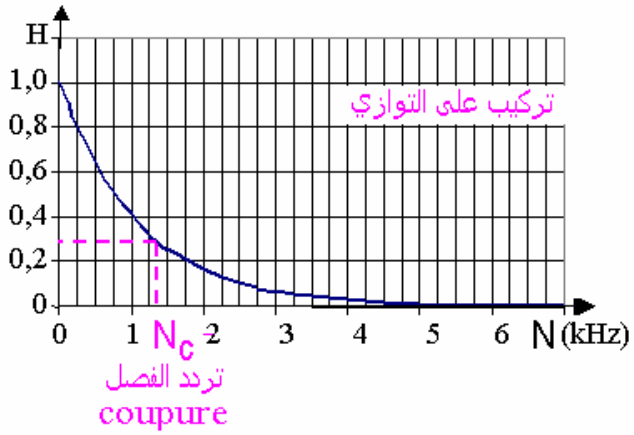
❖ العدة التجريبية



نطبق توترا جيبيا ذو وسع ثابت $U_{m\,e}$ ونعاين توتر الخروج ذو الوسع $U_{m\,s}$ بالنسبة للتركيبين التاليين

ونعاين النسبة: $H = U_{s\,m} / U_{e\,m}$ عندما نغير تردد توتر الدخول N_e ونعاين المنحنيين التاليين :





بالنسبة لتركيب RC على التوالي تكون $U_{s\,m}$ تكون صغيرة بالنسبة للترددات المنخفضة على عكس التوترات ذات الترددات العالية.

بالنسبة لتركيب RC على التوازي تكون $U_{s\,m}$ تكون صغيرة بالنسبة للترددات العالية.

نسمي N_C تردد الفصل(la fréquence de coupure) ومنه كل التوترات ذات تردد أصغر من N_C يتم إضعافها

استنتاج :

تركيب ثنائي القطب RC سواء على التوالي أو التوازي يلعب دور مرشح للترددات حسب التردد

213) المرشح الممرر للترددات المنخفضة:

Moutamadris.ma

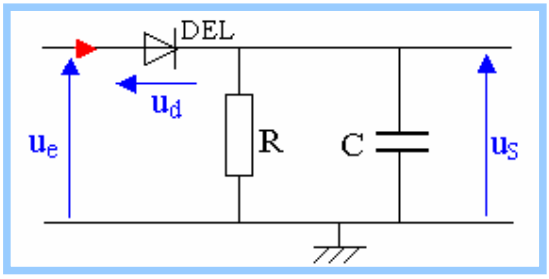
هو تركيب كهربائي يسمح بمرور إشارات ذات ترددات منخفضة ويفصل الإشارات ذات الترددات العالية. تركيب RC على التوازي مثال لهذا النوع من المرشحات

313) المرشح الممرر للترددات العالية

هو تركيب كهربائي يسمح بمرور إشارات ذات ترددات عالية ويفصل الإشارات ذات الترددات المنخفضة. تركيب RC على التوالي مثال لهذا النوع من المرشحات

23) كاشف الغلاف (Détecteur d'enveloppe)

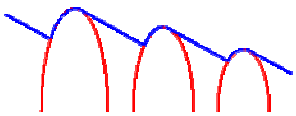
نعرف كاشف الغلاف الجزء العلوي للتوتر المضمن بالوسع . تركيب صمام ثنائي مع ثنائي القطب RCعلى التوازي يكون رباعي القطب يسمى كاشف الغلاف .



يمثل التوتر U_S غلاف التوتر المضمن (بتشديد وفتح اليم)بالوسع

إن دور الصمام الثنائي هو تقويم التوتر 'Redressement'

بينما المكثف يقوم بالتصفية ' أو التمليس' أي مرشح



33) شروط الحصول على كاشف غلاف جيد

للحصول على غلاف جيد ، يجب أن يكون التوتر في مخرج الدارةذا تموجات صغيرة ويتبع بكيفية أحسن شكل الإشارة المضمنة ولتحقيق ذلك يجب توفر الشرط التالي

$$T_P << \tau < T_S \qquad f_S < 1/\tau_D << F_P$$

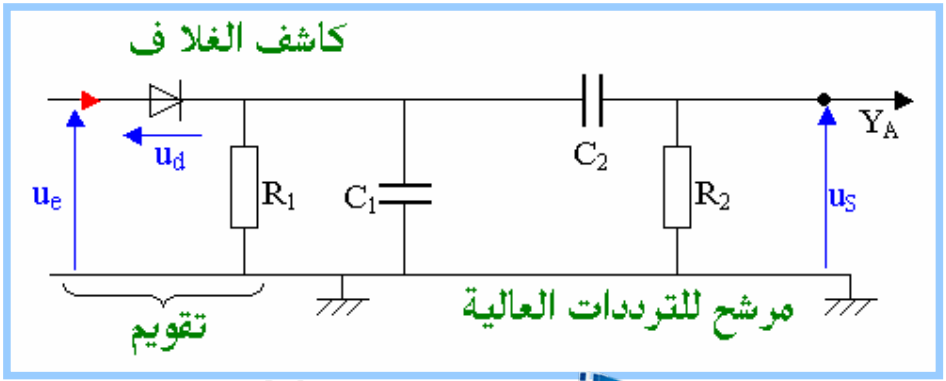
T_p دور التوتر الحامل و T_S دور التوتر المضمن (بتشديد وفتح اليم)بالوسع.

34) إزالة التضمين

لإزالة التضمين ، يجب كشف غلاف التوتر المضمن وأن يكون جيدا ثم حذف المركبة المستمرة للتوتر U_0

لحذف هذه الأخيرة يجب استعمال مرشح للترددات العالية .

دور المكثف C_2 هو إزالة المركبة المستمرة للتوترU_0



Moutamadris.ma