TP : Choix des composants pour réaliser une démodulation

A. Réglages

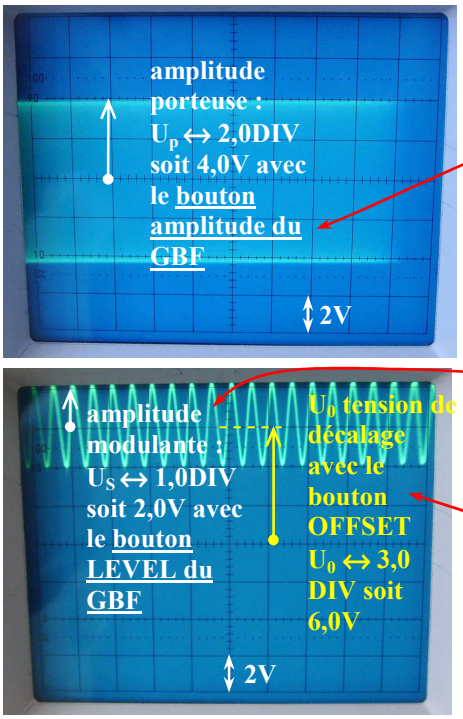
1. Signal à transmettre et porteuse

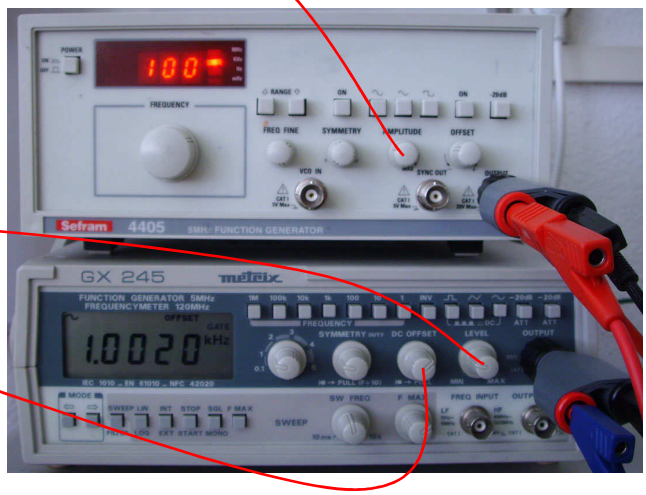
Oscilloscope :
⇒ régler le « 0 » des 2 voies (GND)
⇒ base de temps : 2ms/DIV
⇒ sensibilité verticale voies 1 et 2 : 2V/DIV
⇒ position DC pour les 2 voies
(la fonction AC supprime la composante continue U_0 du signal d'entrée)

Tension modulante (GBF metrix) :
⇒ f_S = 1,0 kHz de fréquence ;
⇒ U_S = 2,0V d'amplitude ;
⇒ U_0 = 6,0V de tension de décalage.

Porteuse (GBF sefram) :
⇒ f_P = 100 kHz de fréquence ;
⇒ U_P = 4,0V d'amplitude.

Effectuer les branchements de manière à visualiser successivement à l'oscilloscope, sur la voie CH1 :
– la tension modulante $u_S(t)$ additionnée et la composante continue U_0,
– la porteuse $u_P(t)$.

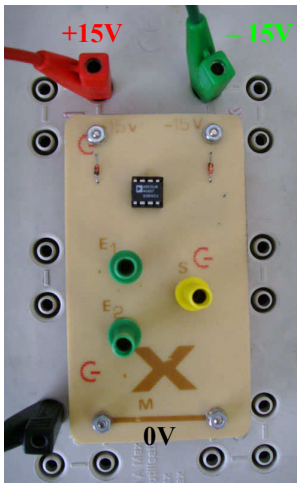




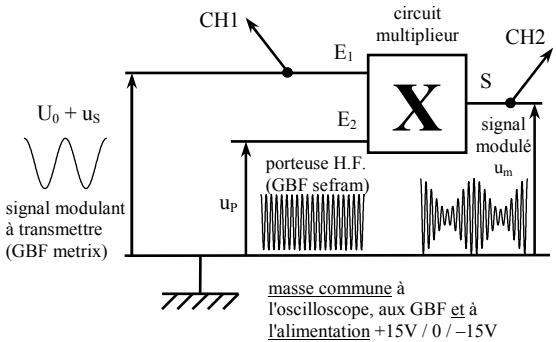
Il faut tirer sur le bouton OFFSET pour pouvoir avoir accès à cette fonction.

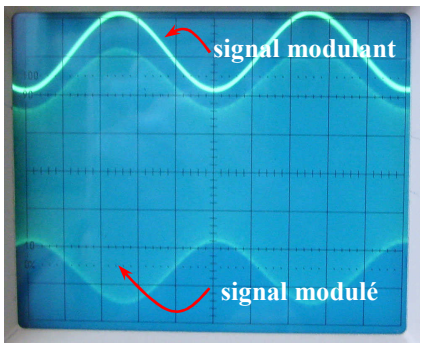
2. Signal modulé

Réaliser le montage ci–dessous :
Alimenter le multiplieur en +15V / 0 / –15V.



Circuit multiplieur

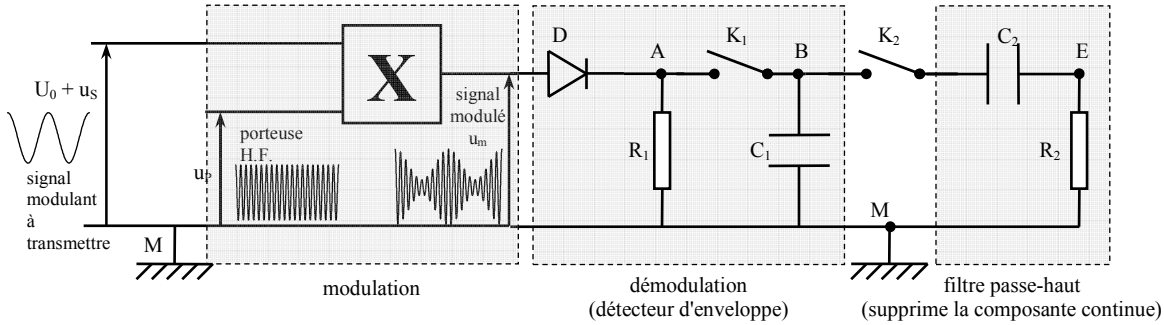




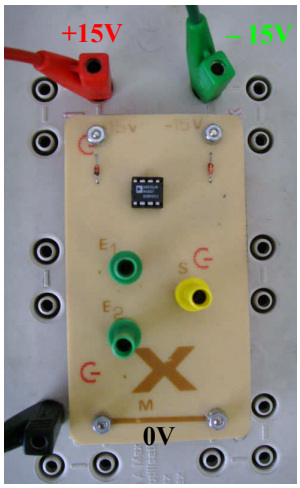
B. Réalisation de la chaîne de démodulation

On va simuler une démodulation d'un signal modulé ⇒ dans la réalité, le signal modulé est transmis à distance sous forme d'une onde hertzienne grâce à l'antenne de l'émetteur. Ce signal hertzien modulé est perçu puis sélectionné à l'aide de l'antenne réceptrice et d'un circuit LC d'accord.
Réaliser le montage ci–dessous :

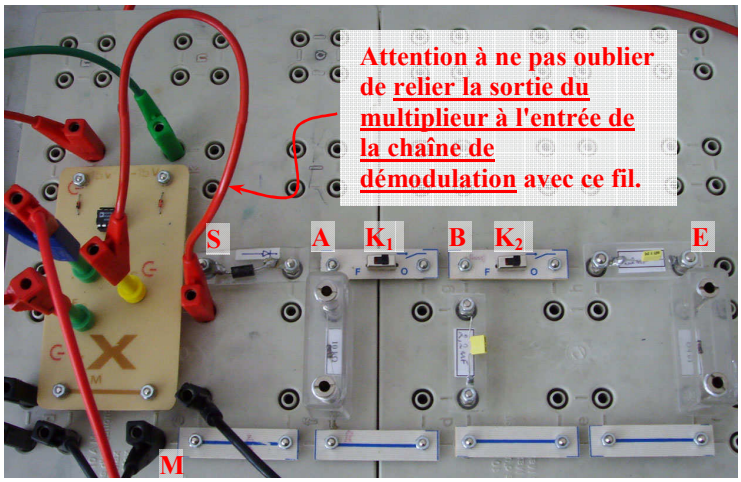
Attention à bien relier la sortie du multiplieur à l'entrée du montage de démodulation par un fil : cette connexion n'est pas réalisée par la plaquette du multiplieur.



Composants :
diode au germanium et $R_1 = R_2 = 10k\Omega$; $C_1 = C_2 = 2{,}2nF$



Circuit multiplieur



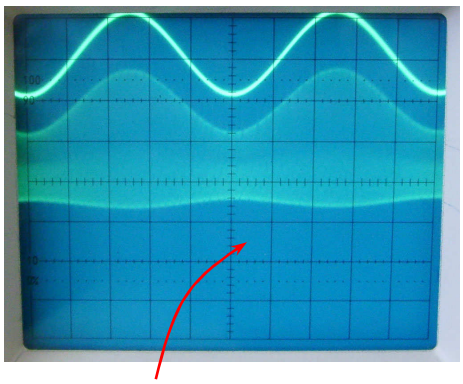
Toutes les masses des appareils doivent être reliées ensemble (y compris la borne 0V de l'alimentation du multiplieur).

Par la suite, pour visualiser les tensions u_{AM} / u_{BM} / u_{EM} sur la voie 2 de l'oscilloscope, il suffira de déplacer le fil relié à la borne rouge de la BNC de la voie 2 aux points A, B et E.

1. Rôle de la diode

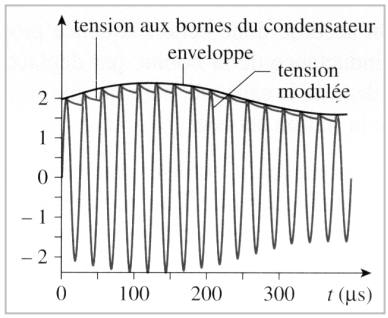
a. On souhaite visualiser la tension u_{AM} récupérée après le montage redresseur constitué de la diode D et de la résistance R_1.
Les interrupteurs K_1 et K_2 doivent–ils être ouverts ou fermés ?
⇒ K_1 et K_2 doivent être ouverts.

b. Quel est le rôle de la diode ?
⇒ La diode D ne laisse passer le courant que dans le sens passant (donc de S vers A). La tension u_{AM} aux bornes de la résistance R_1 est donc toujours positive.



La diode permet de faire disparaître la partie négative du signal modulé (à la tension de seuil de la diode près).

2. Choix de C_1



a. On souhaite visualiser la tension u_{BM} récupérée après le montage détecteur d'enveloppe.
Les interrupteurs K_1 et K_2 doivent–ils être ouverts ou fermés ?
$\Rightarrow$ K_1 fermé et K_2 ouvert.

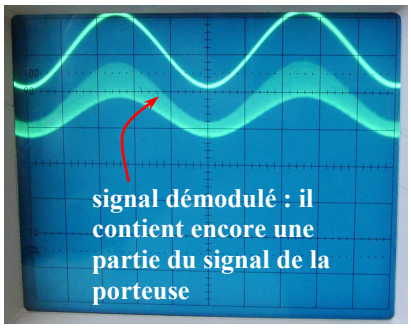
Modifier le branchement de l'oscilloscope pour observer la tension u_{BM} sur la voie CH2. $\Rightarrow$ Déplacer le fil relié à la borne rouge de la BNC de la voie 2 au point B.

b. Donner successivement à la capacité C_1 les valeurs 2,2nF puis 22nF puis 220nF.
Calculer la période du signal modulant T_S, la période de la porteuse T_p puis la constante de temps du dipôle R_1C_1.

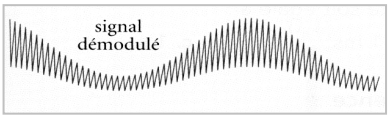
période du signal modulant : $T_S = \dfrac{1}{f_S} = \dfrac{1}{1,0.10^3} = \underline{1,0.10^{-3}\text{s}}$

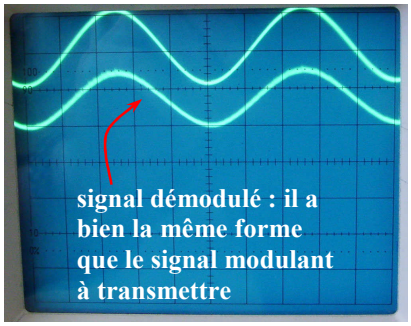
période de la porteuse : $T_P = \dfrac{1}{f_P} = \dfrac{1}{100.10^3} = \underline{1,0.10^{-5}\text{s}}$

$C_1 = 2,2\text{nF}$: $\tau_1 = R_1.C_1 = 2,2.10^{-9} \times 10.10^{-3} = 2,2.10^{-5}\text{s}$
$C_1 = 22\text{nF}$: $\tau_1 = R_1.C_1 = 22.10^{-9} \times 10.10^{-3} = 2,2.10^{-4}\text{s}$
$C_1 = 220\text{nF}$: $\tau_1 = R_1.C_1 = 220.10^{-9} \times 10.10^{-3} = 2,2.10^{-3}\text{s}$

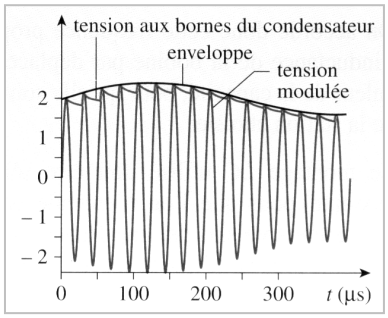


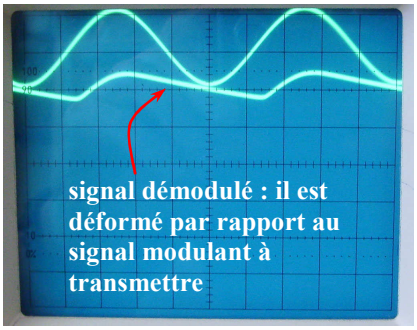
$C_1 = 2,2\text{nF}$
$\tau_1 = R_1.C_1 = 2,2.10^{-5}\text{s}$
La décharge du condensateur C_1 est trop rapide : constante de temps τ_1 trop petite par rapport à la période T_P de la porteuse. Le condensateur C_1 se décharge trop rapidement entre 2 crêtes lorsque la diode D est bloquée.
$\Downarrow$
mauvaise démodulation



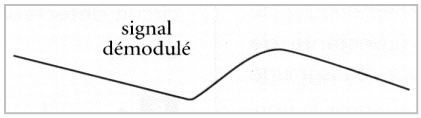


$C_1 = 22\text{nF}$
$\tau_1 = R_1.C_1 = 2,2.10^{-4}\text{s}$
$\Downarrow$
bonne démodulation





$C_1 = 220\text{nF}$
$\tau_1 = R_1.C_1 = 2,2.10^{-3}\text{s}$
La décharge du condensateur C_1 est trop lente : constante de temps τ_1 trop grande par rapport à la période T_S du signal à transmettre.
$\Downarrow$
mauvaise démodulation



c. Quelle condition entre ces trois grandeurs doit être vérifiée pour une bonne démodulation ?

D'après ce qui précède :

$T_P < \tau_1 < T_S \Rightarrow$ la constante de temps τ_1 doit être comprise entre les périodes de la porteuse et du signal à transmettre.

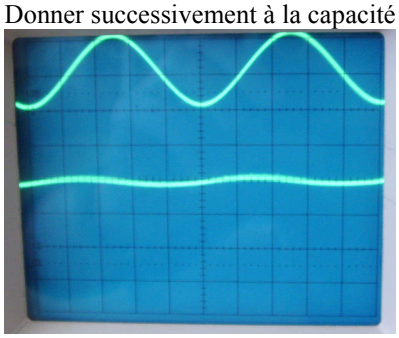
Pour $C_1 = 22\text{nF}$, on a bien $T_P = 1,0.10^{-5}\text{s} < \tau_1 = 2,2.10^{-4}\text{s} < T_S = 1,0.10^{-3}\text{s}$

3. Choix de C_2

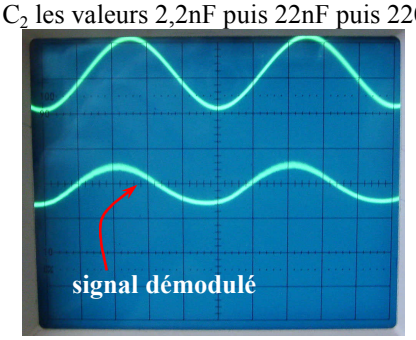
a. On souhaite visualiser la tension u_{EM} récupérée à la sortie de la chaîne de démodulation.
Les interrupteurs K_1 et K_2 doivent–ils être ouverts ou fermés ?
$\Rightarrow$ K_1 et K_2 fermés.

Modifier le branchement de l'oscilloscope pour observer la tension u_{EM} sur la voie CH2.
$\Rightarrow$ Déplacer le fil relié à la borne rouge de la BNC de la voie 2 au point E.

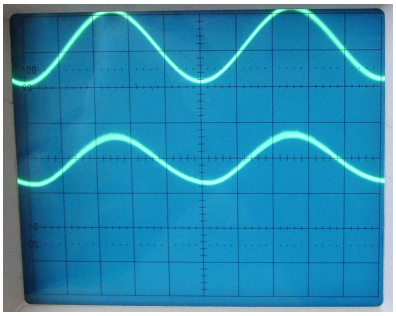
b. Donner successivement à la capacité C_2 les valeurs 2,2nF puis 22nF puis 220nF. Noter les observations.



C_2 = 2,2nF
composante continue du signal supprimée mais l'amplitude du signal est trop atténuée



C_2 = 22nF
composante continue du signal supprimée
amplitude correcte



C_2 = 220nF
composante continue du signal supprimée
amplitude correcte

c. Quel est le rôle du dipôle R_2C_2 ?
Le dipôle R_2C_2 est un filtre qui ne laisse passer que les hautes fréquences (filtre passe–haut).
La composante continue du signal est éliminée (on peut considérer qu'un signal continu a une période infinie et donc une fréquence nulle $\Rightarrow$ le signal va donc bien être supprimé par le filtre).