

T.P. P11 : Propagation des ondes électromagnétiques par voie hertzienne

Objectif : Mettre en évidence le fonctionnement des antennes émettrices et réceptrices. Appréhender le rôle d'un filtre dans une chaîne de propagation de l'information. Application à la réception A.M.

I.- Les ondes électromagnétiques

1) Définition

C.1. : Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propagent tous deux à la même vitesse. Dans le vide, les ondes électromagnétiques se propagent à la célérité de la lumière : $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Les ondes électromagnétiques n'ont pas besoin de support matériel pour se propager. On observe des phénomènes de diffraction, d'interférence, elles se réfléchissent et se réfractent comme les ondes lumineuses ce qui montre que les ondes lumineuses sont des ondes électromagnétiques.

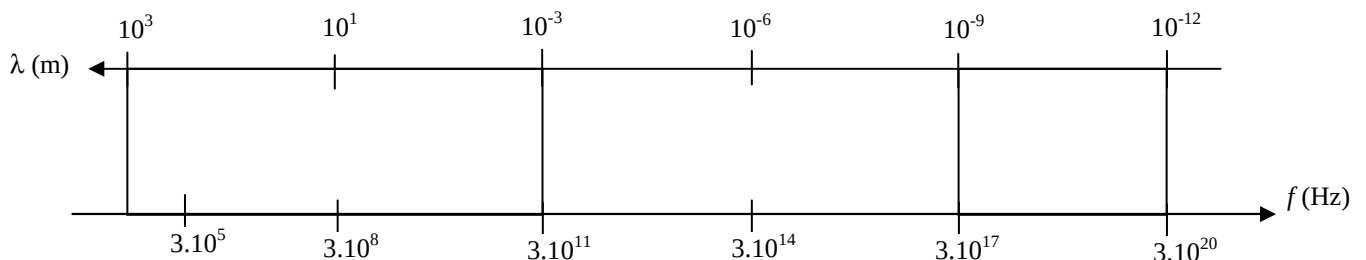
Q.2. : Quel est le domaine de longueurs d'ondes λ des ondes lumineuses ? En déduire le domaine de fréquence des ondes lumineuses dans le vide.

Les ondes hertziennes, utilisés dans le domaine de la radio, la télévision, la téléphonie mobile sont également des ondes électromagnétiques.

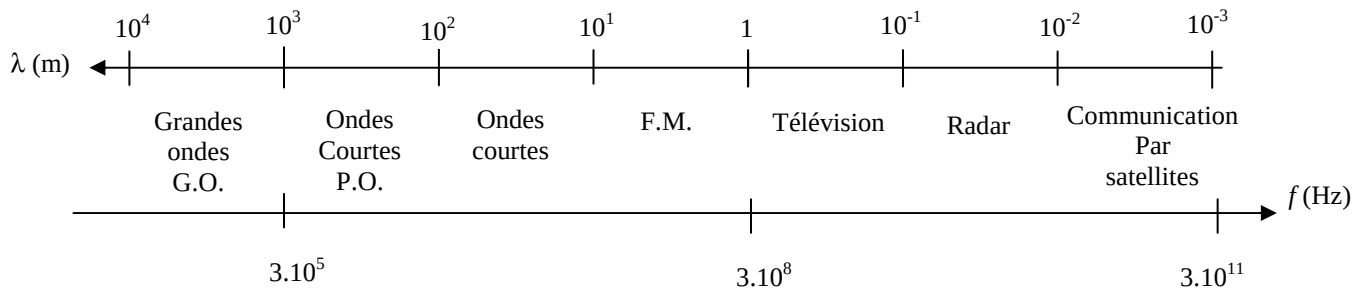
Q.3. : Les ondes hertziennes ont leurs fréquences comprises entre 300 kHz et 300 GHz. Calculer leurs domaines de longueurs d'ondes.

2) Classification des ondes électromagnétiques

Compléter le document ci-dessous en indiquant à chaque domaine les type d'ondes électromagnétiques suivants : infra-rouge, rayon X, ultra-violet, ondes hertziennes, rayon γ et visible.



Les ondes hertziennes sont utilisées dans les télécommunications. Leurs domaines de fréquences est indiqué par le document suivant :



II.- Réception et émission d'ondes électromagnétiques par voie hertzienne

1) Réception des ondes traversant la salle.

On souhaite mettre en évidence l'existence d'ondes électromagnétiques dans notre environnement.

E.4. : Mettre l'oscilloscope sous tension puis régler les zéros des deux voies. Sélectionner la voie 1 puis une vitesse de balayage de 10 ms / div.

E.5. : Connecter un fil conducteur de 1 m sur la voie 1 (pas de fil connecté à la masse). Modifier la sensibilité verticale pour amplifier le signal.

Q.6. : Observer le signal obtenu. Calculer sa période puis sa fréquence.

Q.7. : Le signal complexe observé résulte de la superposition de signaux sinusoïdaux. Quel signal de période facilement identifiable retrouve-t-on dans celui-ci ?

Q.8. : Quel nom donnez-vous au fil « volant » branché sur l'entrée de l'oscilloscope.

2) Emission et réception de nos propres ondes.

E.9. : Régler le GBF sur un signal alternatif sinusoïdal, de fréquence 5 kHz.

E.10. : Visualiser cette tension à l'oscilloscope puis à partir de zéro augmenter l'amplitude du GBF (bouton sortie) jusqu'à 6 V.

E.11. : Débrancher les 2 fils du GBF de l'oscilloscope.

E.12. : Connecter un fil conducteur de longueur 1 m sur la sortie du GBF (pas de fil connecté à la masse) puis un autre fil d'un mètre de longueur sur la sortie de l'oscilloscope. Les deux fils (GBF et oscilloscope) doivent être parallèles et proches (quelques centimètres).

E.13. : Montrer que le signal capté par l'antenne réceptrice branchée sur l'oscilloscope capte bien un signal de même fréquence que celui émis par le GBF.

E.14. : Mesurer l'amplitude du signal reçu. La comparer à celle du signal émis.

Q.15. : Eloigner l'antenne réceptrice. Observer puis noter les modifications du signal reçu par l'antenne.

Q.16. : Changer la fréquence du signal émis par le GBF et observer les effets sur le signal reçu.

Q.17. : Quelles conclusions peut-on tirer de ces manipulations ?

III.- Filtrage

Un filtre est un dispositif permettant de sélectionner certains signaux

1) Réalisation pratique

E.18. : Régler le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale de fréquence ajustable et d'amplitude $U_e = 6V$. Visualiser sa tension sur la voie 1 de l'oscilloscope

E.19. : Réaliser le circuit électrique ci-contre appelé **circuit bouchon**. Visualiser la tension aux bornes du condensateur d'amplitude U_s sur la voie 2 de l'oscilloscope

E.20. : Mesurer U_s pour différentes valeurs de f comprises entre 100 Hz et 15000 Hz.

E.21. : Tracer la courbe $U_s = g(f)$.

Q.22. : Quelle est la valeur maximale $U_{s,max}$ de U_s ? Quelle est la fréquence correspondante notée f_0 ?

Q.23. : On donne $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Calculer cette valeur et la comparer avec la valeur expérimentale.

Q.24. : La **bande passante à -3 décibels** (dB) correspond à l'intervalle de fréquence $[f_1; f_2]$ pour lequel $U_s \geq \frac{U_{s,max}}{\sqrt{2}}$.

Déterminer cette bande passante.

Q.25. : Justifier le nom de **filtre passe bande** donné à ce montage.

2) Application

E.26. : Reprendre la manipulation du II.- 2) et intercaler entre l'antenne réceptrice et l'oscilloscope le circuit bouchon précédent.

Q.27. : Qu'observe-t-on ? Quelle est la différence par rapport à la situation sans circuit bouchon.

Q.28. : Comment doit-on modifier la fréquence centrale f_0 du filtre pour « laisser passer » le signal du GBF à 5 kHz ? Comment peut-on faire ?

E.29. : Réaliser l'accord entre le signal du GBF et le circuit bouchon.

Q.30. : A quelle étape de la démodulation doit-on placer un montage bouchon ?

S.31. : Faire le schéma complet d'un circuit de démodulation d'amplitude depuis l'antenne réceptrice jusqu'au haut-parleur.

