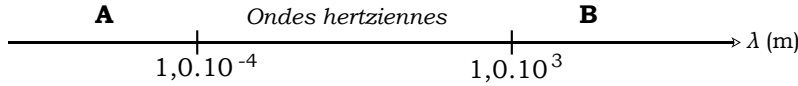


I L'étude préliminaire

- Nous rappelons ici que les ondes hertziennes font partie des ondes électromagnétiques dont une partie du spectre est donnée ci-dessous :



La lumière visible fait partie des ondes électromagnétiques.
 Dans quel domaine (A ou B) peut-on la situer ? Justifier la réponse.

- En 1888, Hertz réalisa un oscillateur qui permettait de générer des ondes électromagnétiques à travers son laboratoire.
 La célérité des ondes $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, il mesura une longueur d'onde $\lambda = 9,0 \text{ m}$.
 Calculez la fréquence des ondes qu'il réussit à émettre.

II L'émission de l'onde radio

- Deux physiciens veulent constituer une expérience similaire à l'expérience historique, réalisée en 1898, qui permit à Ernest Roger et Eugène Ducretet de transmettre des ondes de la tour Eiffel au Panthéon distant de 4km. Au laboratoire, une partie du montage appelée « modulateur », permettant de générer un signal qui sera à l'origine de l'onde radio, peut être schématisé sur la figure 1.

- On applique aux entrées E_1 et E_2 les tensions $v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$ et $u(t) = U_m \cos(2\pi ft)$ telles que $F \gg f$.
 Nommer les tensions $v(t)$ et $u(t)$.
 Que représente la grandeur V_m ?

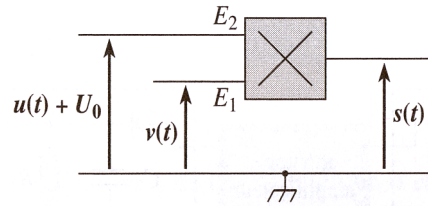


figure 1

- À la tension $u(t)$, on ajoute une tension continue U_0 .
 Nommer cette tension.

- La figure 2 représente la tension modulée $s(t)$ obtenue par acquisition et traitement informatisés.

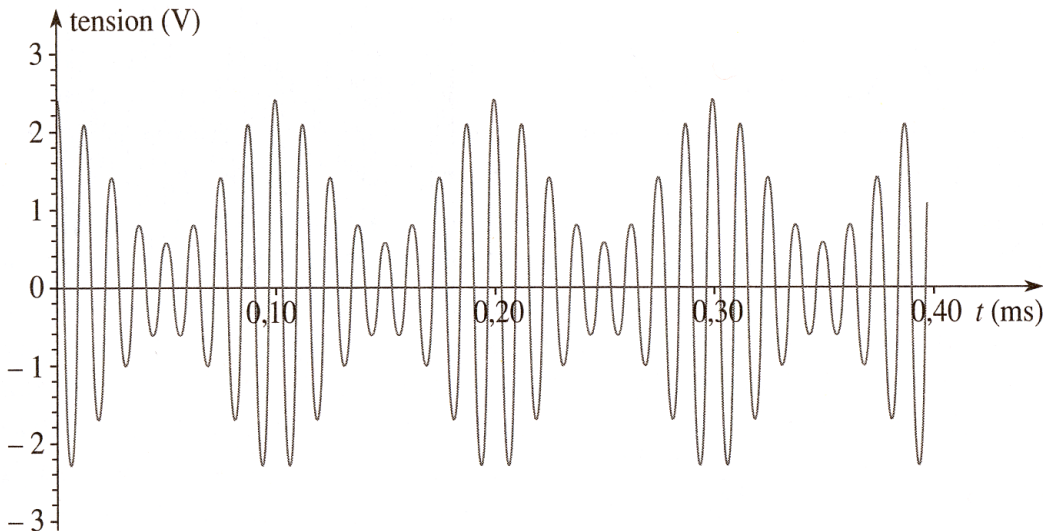


figure 2

- Tracer sur la figure 2 le signal modulant.
- À l'aide de la figure 2, calculer la période du signal modulé et en déduire sa fréquence.
- La modulation est caractérisée par son taux m donné par la relation :
$$m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$$
.
 Calculer sa valeur en utilisant la figure 2.
- La modulation est-elle satisfaisante ? Justifier la réponse.

3. L'antenne émettrice doit respecter certains critères de longueur. En effet, une antenne est accordée sur une fréquence si sa longueur est égale à la moitié de la longueur d'onde correspondante (au quart de la longueur d'onde si l'antenne est verticale et reliée au sol car, dans ce cas, le sol joue le rôle de réflecteur) ; c'est pour respecter ces contraintes que l'on installe, en 1898, une antenne émettrice au sommet de la tour Eiffel. Cette antenne est reliée au sol. Sachant que la hauteur de cette antenne est de 324m, quelle est la longueur d'onde maximale de l'onde radio que l'on peut émettre ?
 Les ondes hertziennes kilométriques (« grandes ondes ») ont pour domaine $1052\text{m} < \lambda < 2000\text{m}$; est-il possible d'émettre toute la gamme de ces ondes hertziennes depuis la tour Eiffel ? Justifier.

III La réception de l'onde radio

1. L'émetteur, au laboratoire des deux expérimentateurs, étant opérationnel, ils décident de mettre en place le récepteur. Ils réalisent la chaîne de réception schématisée sur la figure 3.

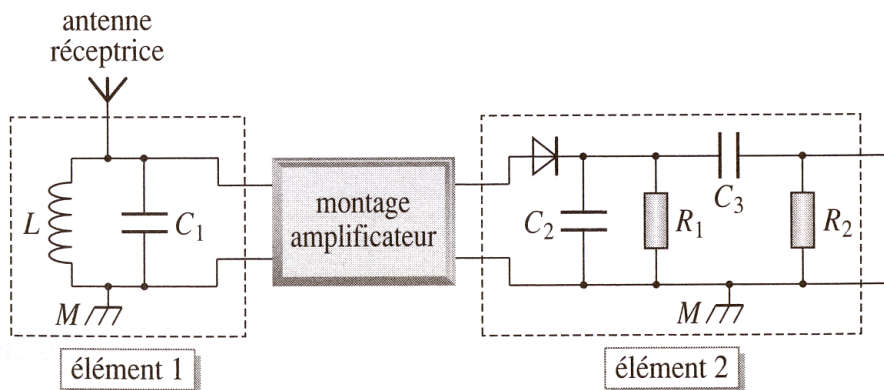


figure 3

- (a) Quel est le rôle de l'élément 1 ? Comment l'appelle-t-on ?
 (b) Quel est le rôle de l'élément 2 ? Détailler le rôle de la diode de l'élément 2.
2. Ils mettent en place le dispositif et ils désirent obtenir sur l'écran de leur oscilloscope les tensions u_{AM} , u_{BM} et u_{CM} schématisées sur la figure 4.

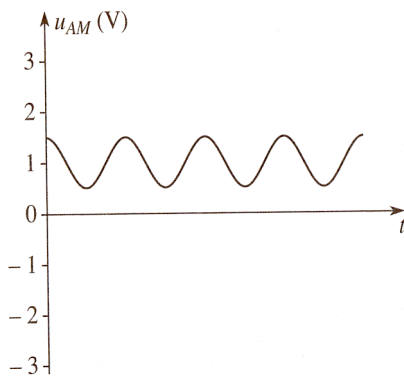


figure 4.a.

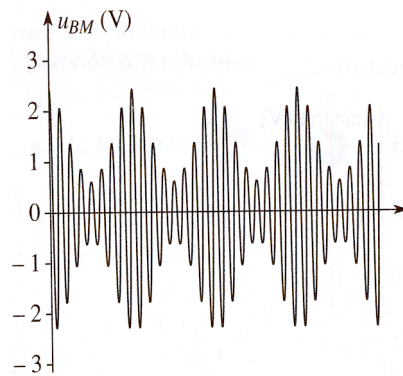


figure 4.b.

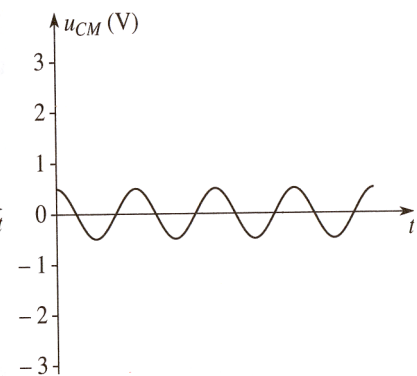


figure 4.c.

Placer sur la figure 3, les points A, B et C permettant l'obtention de ces tensions.

IV La chaîne complète

L'essai étant concluant avec un signal électrique sinusoïdal. Les deux physiciens décident de transmettre un son capté par un microphone. Lorsque l'un d'eux parle, l'autre écoute attentivement près du haut-parleur appartenant au récepteur et observe l'oscilloscope relié au récepteur.

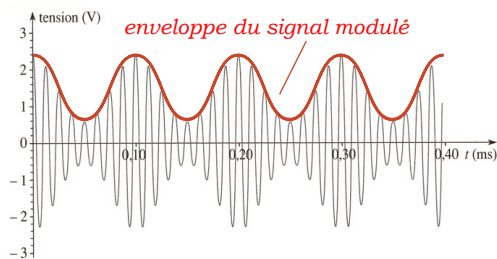
1. Ils constatent que l'oscillogramme obtenu n'est pas sinusoïdal. Que peuvent-ils en conclure quant à la nature du son émis ?
 2. L'utilisation d'un analyseur de spectre pourrait-elle donner d'autres informations ? Lesquelles ?

I L'étude préliminaire

- Les longueurs d'ondes de la lumière sont comprises entre 400 et 750 nm inférieures à $1,0 \times 10^{-4}$ m ; elles se trouvent dans la partie A.
- Comme $\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$ soit $\nu = \frac{c}{\lambda}$ A.N. $\nu = 3,3 \times 10^7$ Hz = 33 MHz.

II L'émission de l'onde radio

- La tension $v(t)$ est la porteuse de haute fréquence F , la tension $u(t)$ est la tension modulante de basse fréquence f . V_m représente l'amplitude de la porteuse.
 - U_0 est une tension continue dite de décalage (*offset*).
- Le signal modulant est l'enveloppe du signal modulé.



- Mesure de la période : $24T = 0,30$ ms $\Rightarrow T = 1,25 \times 10^{-5}$ s = 12,5 μ s
et de fréquence $\nu = 8,0 \times 10^4$ Hz = 80 kHz.
- Par les mesures des valeur maximale et minimale positives, $m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} = 0,60$ ou 60 %.
- Ce taux de modulation est inférieur à 1, il est donc satisfaisant.

III La réception de l'onde radio

- Le rôle de l'élément 1 est de filtrer le signal reçu par l'antenne ; il permet de sélectionner une bande de fréquences centrée sur la fréquence d'une porteuse (station). C'est un *filtre passe-bande* (ou circuit bouchon).
 - Le rôle de l'élément 2 est de démoduler l'onde reçue afin de retrouver le signal utile $u(t)$.
La diode, C_2 et R_1 forment un détecteur d'enveloppe, C_3 et R_2 forment un filtre passe-haut afin d'éliminer la composante continue.
La diode permet de supprimer les alternances négatives du signal modulé (c'est un composant unidirectionnel).
- u_{BM} est le signal modulé visible à l'entrée du démodulateur. *Le point B est avant la diode.*
 u_{CM} est le signal démodulé, visible en sortie du démodulateur.
 u_{AM} est le signal démodulé avec sa composante continue (signal d'enveloppe par élimination de la porteuse). *Le point A est juste après la diode.*

IV La chaîne complète

- Un son qui n'est pas sinusoïdal est un son complexe.
- Un analyseur de spectre permet d'obtenir les amplitudes (relatives) et les fréquences des harmoniques contenus dans ce son.