

Utilisation télémétrique d'une paire de jumelles, concours Capes 2010.

Rechercher

RASOIR PHILIPS SENSOTOUCH 3D
UNE SOLUTION POUR CHAQUE VISAGE

Vos Préférences

50€
REMBOURSEMENT*

* Voir conditions

★★★★★ **Whaou !**

« Très silencieux, la coupe est quasi parfaite. Le produit est design et ergonomique, [...] »

Moyenne des commentaires client Amazon.fr

★★★★★ (66) 02/12/13

Achetez maintenant >

Télémétrie visuelle.

Certaines paires de jumelles sont équipées d'un réticule gradué permettant des mesures de distances longitudinales ou transversales.

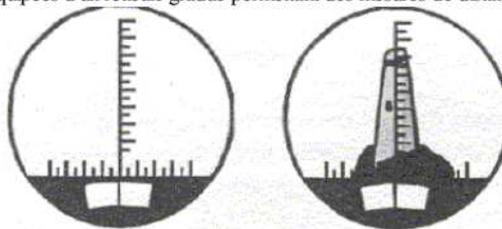


FIGURE 5 – Le phare d'Eckmühl vu depuis la mer

En considérant la paire de jumelles comme une simple lunette astronomique réglée de manière afocale, où doit être placé le réticule ?

L'image nette du phare et celle du réticule doivent se superposer ; les images sont rejetées à l'infini : le réticule est dans le plan focal objet de l'oculaire.

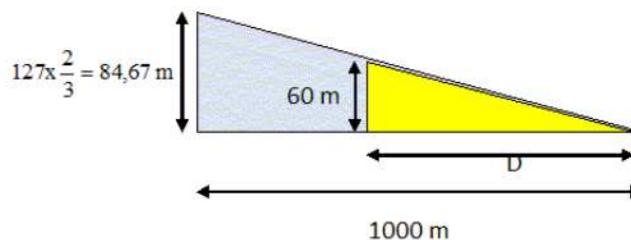
La notice de la paire de jumelles précise "son champ de vision" qui est de 127 m à 1000 m.

Calculer en degré la largeur angulaire correspondante.

$$\tan \alpha \sim \alpha = 127 / 1000 = 0,127 \text{ rad ou } 0,127 * 180/3,14 \sim 7,3 \text{ }^\circ. \text{ (angle de visée pour le constructeur)}$$

Sur la figure 5, le phare occupe les deux tiers du champ de vision. Il culmine à 60 m.

Quelle distance sépare le bateau du phare ?



$$D = 1000 * 60 / 84,67 = 709 \text{ m}$$

Télémétrie automatique.

Certaines jumelles sont équipées d'un télémètre. Nous évoquerons ici, pour simplifier, un télémètre à ondes sonores. Toutefois, le fonctionnement des télémètres réels est différent et sera évoqué en conclusion.

Généralités sur les ondes sonores.

A qui attribue t-on la paternité de l'équation de propagation des ondes ? Quelle est sa nationalité ? Que transporte une onde ?

Le physicien français Jean d'Alembert, au XVIII^e siècle. Une onde transporte de l'énergie.

Quelle est la nature de l'onde lumineuse émise par un laser ? Quelle est sa célérité dans l'air ? Quelle est la nature d'une onde sonore ? Quelle est sa célérité dans l'air dans les conditions habituelles ?

L'onde lumineuse émise par un laser est une onde électromagnétique pratiquement monochromatique.

Dans l'air, sa célérité est de $3 \cdot 10^8$ m/s.

L'onde sonore est une onde mécanique. Dans l'air, sa célérité est proche de 340 m/s.



- [▶ Laser oeil](#)
- [▶ Mètre laser](#)
- [▶ Leica laser](#)

Décrire l'expérience dite de la cloche à vide.

Placer un réveil dans une cloche à vide. On rélise le vide dans la cloche :

- on n'entend plus la sonnerie du réveil : les ondes mécaniques ne se propagent pas dans le vide.
- le réveil est toujours visible : la lumière se propage dans le vide.

Le principe de fonctionnement du télémètre.

Pour réaliser un télémètre, on place un émetteur et un récepteur à ultrasons côte à côte. Ce bloc est appelé le télémètre. A la distance D, on place un obstacle réfléchissant les ondes sonores, que nous appellerons la cible.

Une onde sinusoïdale, de période T, est émise par l'émetteur du télémètre, elle se réfléchit sur la cible et est détectée par le récepteur du télémètre. Sur l'écran d'un oscilloscope on visualise simultanément deux signaux : celui capté en sortie de l'émetteur et celui du récepteur.

On appelle temps de vol, noté t_v , la durée du trajet aller-retour de l'onde entre le télémètre et la cible.

Exprimer t_v en fonction de D et c, célérité de l'onde.

$$t_v = 2D/c.$$

Pour illustrer le principe de la mesure, on colle la cible au télémètre, puis on l'éloigne lentement, en comptant le nombre de coïncidences, c'est à dire le nombre de fois où les signaux sont en phase. Pour simplifier, on suppose que pour D=0, les signaux sont en phase. On se place dans le cas où l'on a compté exactement un nombre n de coïncidences.

Exprimer D en fonction de n et de la longueur d'onde λ des ondes sonores.

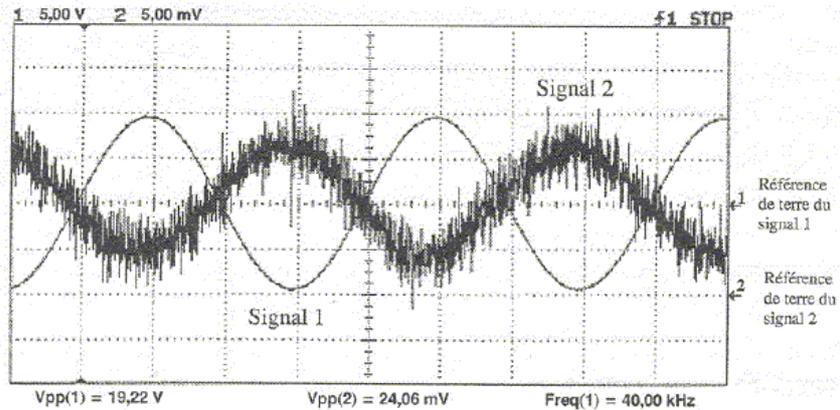
A la première coïncidence, le temps de vol est égal à une période T : la cible s'est éloignée de : $T = 2D/c = \lambda/c$ d'où $D = \frac{1}{2}\lambda$.

A la seconde coïncidence, le temps de vol est égal à deux périodes : la cible s'est éloignée de : $2T = 2D/c = 2\lambda/c$ d'où $D = \lambda$.

$$D = \frac{1}{2}n\lambda.$$

Lors du recul de la cible, 50 coïncidences ont été comptées avant d'observer les signaux suivants sur l'écran de l'oscilloscope. Dans les conditions de l'expérience, la longueur d'onde des ultrasons valait 8,5 mm.

Calculer la distance séparant le télémètre de la cible.



Les signaux sont en opposition de phase : $D = 50 \lambda/2 + 0,25 \lambda = 25,25 \lambda = 25,25 * 8,5 = 215$ mm.

Pourquoi les signaux sont-ils si différents ?

Le signal 1, de grande amplitude, est le signal de l'émetteur. Ce signal est pur.

Le signal 2, d'amplitude beaucoup plus faible est celui du récepteur. Ce signal est associé à un bruit de fond d'amplitude non négligeable.

Préciser ce que sont les deux modes AC et DC de l'oscilloscope.

AC : un filtre passe haut supprime la composante continue du signal.

DC : on visualise la composante continue et la composante sinusoïdale d'un signal.

Le signal 2 est décalé par rapport à la référence de terre : une composante continue est donc prise en compte (mode DC).

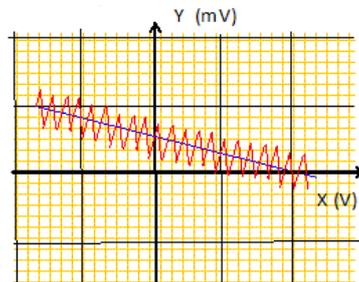
Le comptage des coïncidences a été réalisé en plaçant l'oscilloscope en mode XY.

Représenter ce que l'on obtiendrait en se plaçant en mode XY.

Signal 1 (5 V / div) : $x = 10 \sin(\omega t)$; signal 2 (5 mV / div) : $y = 10 + 6 \sin(\omega t + \pi) + \text{signal du bruit de fond.}$

$$y = 10 - 6 \sin(\omega t) + \text{signal du bruit de fond.}$$

$$y = 10 - 0,6 x + \text{signal du bruit de fond.}$$



La température peut-elle influencer sur la mesure réalisée ? Justifier.

La fréquence est une constante caractéristique de l'onde. La célérité des ultrasons augmente si la température augmente.

Or $\lambda = c/f$: la longueur d'onde va changer et la mesure en sera influencée.

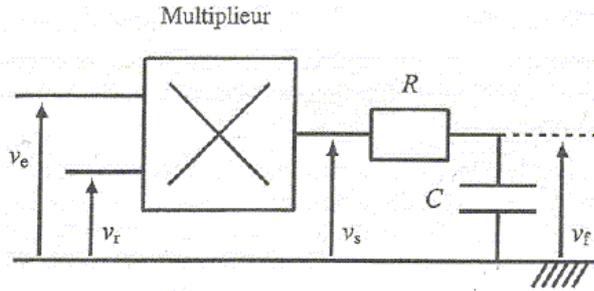




La mesure du déphasage entre l'onde incidente et l'onde réfléchiée peut nous renseigner sur la durée de l'aller et retour. Un phasemètre permet d'obtenir cette information.

Principe d'un phasemètre électronique.

L'étage principal d'un phasemètre est constitué d'un multiplieur suivi d'un filtre RC.



Le signal de tension $v_e(t) = v_0 \cos(\omega_0 t)$ est proportionnel à l'amplitude de l'onde sonore émise. Le signal de tension $v_r(t) = v_1 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est proportionnel à l'amplitude de l'onde sonore reçue après réflexion.

Leurs pulsations sont identiques. On souhaite mesurer le déphasage entre ces deux signaux, ce que l'on va faire au moyen du montage représenté ci-dessus.

On note \underline{v} la grandeur complexe associée à la grandeur sinusoïdale $v(t)$

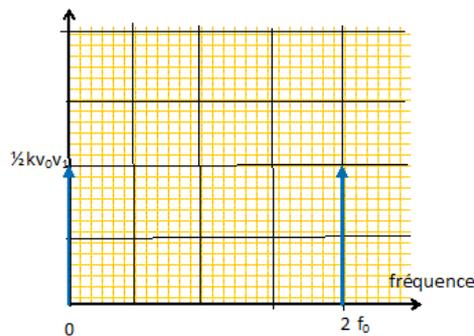
Un multiplieur est-il un composant actif ?

Il s'agit d'un composant actif : une alimentation est nécessaire.

Soit $v_s(t) = k v_e(t) v_r(t)$, la tension de sortie du multiplieur de constante caractéristique k , exprimée en V^{-1} .

Donner l'expression linéarisée de $v_s(t)$ et représenter son spectre fréquentiel. Calculer la valeur moyenne de $v_s(t)$.

$$v_s(t) = k v_e(t) v_r(t) = k v_0 v_1 \cos(\omega_0 t) \cos(\omega_0 t + \varphi) = \frac{1}{2} k v_0 v_1 [\cos(2\omega_0 t + \varphi) + \cos \varphi]$$



La valeur moyenne de $\cos(2\omega_0 t + \varphi)$ est nulle : $\langle v_s(t) \rangle = \frac{1}{2} k v_0 v_1 \cos \varphi$.

Etablir l'expression complexe de la fonction de transfert du filtre RC. Préciser la nature de ce filtre.

$$H(j\omega) = \underline{v}_f / \underline{v}_s$$

$$\underline{v}_s = R \underline{i} + \underline{v}_f \rightarrow \underline{i} = \frac{\underline{v}_s - \underline{v}_f}{R}$$

$$\underline{v}_f = \frac{\underline{i}}{jC\omega} = \frac{\underline{v}_s - \underline{v}_f}{jRC\omega} \rightarrow \underline{v}_s = \underline{v}_f (1 + jRC\omega) \rightarrow H(j\omega) = \frac{1}{1 + jRC\omega}$$

C'est la fonction de transfert d'un filtre passe bas d'ordre 1.

Etablir l'expression de son gain en décibel et représenter la courbe de Bode asymptotique correspondante.

Le module de \underline{H} est : $H = 1 / [1 + (RC\omega)^2]^{1/2}$.

gain $G = 20 \log H = -10 \log [1 + (RC\omega)^2]$

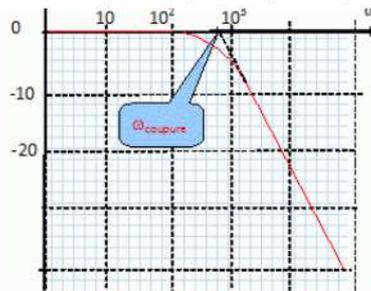
Aux basses fréquences G est équivalent à : $G \sim 0$ (asymptote horizontale)

En hautes fréquences, G est équivalent à : $G \sim -20 \log (RC\omega)$ (asymptote oblique de pente -20 dB par décade.

Pulsation de coupure à -3 dB : $-3 = -10 \log [1 + (RC\omega)^2]$; $0,3 = \log [1 + (RC\omega)^2]$; $10^{0,3} = 2 = 1 + (RC\omega)^2$.

$RC\omega = 1$; $\omega_c = 1 / (RC)$. Il s'agit d'un filtre passe bas.

↑ G(dB)



Etablir une inégalité liant R, C et ω_0 permettant de ne sélectionner qu'une seule composante spectrale du signal $v_s(t)$.

Donner dans ces conditions, l'expression de $v_f(t)$. Quelle fonction réalise l'étage RC ?

On atténue le signal correspondant à la fréquence $2f_0 = \omega_0 / \pi$ si $\omega_c = 1/(RC)$ est inférieure à $2\omega_0$; $\omega_0 > 1/(2RC)$.

$$v_f(t) = \frac{1}{2}k v_0 v_1 \cos \varphi + \text{partie réelle de } \{ 1 / (1+jRC\omega) \} \frac{1}{2}k v_0 v_1 \exp(2j\omega_0 t + \varphi)$$

Si le second terme est suffisamment atténué : $v_f(t) = \frac{1}{2}k v_0 v_1 \cos \varphi$; l'étage RC effectue un calcul de valeur moyenne.

Choisir sa pub ►

► [Laser de l'oeil](#)

► [Lunette optique](#)

► [Leica laser](#)

► [Mesure de tension](#)

Extraction du signal.

Du fait de son trajet entre le télémètre et la cible, l'onde récupérée sous forme électrique est perturbée. On modélise ses perturbations par un signal sinusoïdal de fréquence différente de celle recherchée, noté $v_b(t) = v_2 \cos(\Omega t)$. Sur les entrées du multiplieur nous avons donc en réalité les signaux $v_e(t) = v_0 \cos(\omega_0 t)$ et $v_f(t) = v_1 \cos(\omega_0 t + \varphi) + v_2 \cos(\Omega t)$.

Etablir l'expression linéarisée de $v_s(t)$.

$$v_s(t) = k v_e(t) v_f(t) = k v_0 v_1 \cos(\omega_0 t) \cos(\omega_0 t + \varphi) + k v_0 v_2 \cos(\omega_0 t) \cos(\Omega t)$$

$$v_s(t) = \frac{1}{2}k v_0 v_1 [\cos(2\omega_0 t + \varphi) + \cos \varphi] + \frac{1}{2}k v_0 v_2 [\cos(\omega_0 t + \Omega t) + \cos(\omega_0 t - \Omega t)]$$

On suppose que $\Omega \gg \omega_0 \gg 1/(RC)$.

En déduire $v_f(t)$ et conclure.

On atténue les signaux correspondant aux pulsations $2\omega_0$, $\omega_0 + \Omega$, $\Omega - \omega_0$.

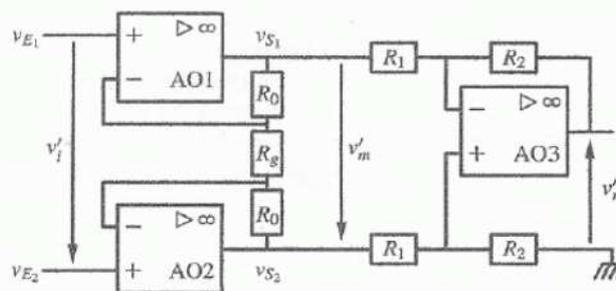
$$v_f(t) = \frac{1}{2}k v_0 v_1 \cos \varphi.$$

Cette technique porte le nom de détection synchrone : le bruit est éliminé.

La détection synchrone peut être utilisée dans le montage de démodulation d'amplitude à la place du détecteur de crête.

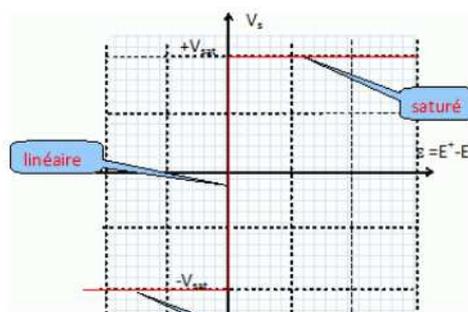
Amplification du signal.

Le signal récupéré par le télémètre étant fortement atténué, une amplification est nécessaire. Les constructeurs proposent des amplificateurs d'instrumentation intégrés de structure simple, proche de celle de la figure ci-dessous. Les AO sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire.



Qu'est ce qu'un AO idéal ? Tracer sa caractéristique. Justifier le fonctionnement en régime linéaire des AO du circuit.

Les intensités des courants d'entrée sont nulles ; les deux entrées E^+ et E^- sont au même potentiel.





Tous les AO fonctionnent avec une contre réaction : le régime est linéaire.
On suppose qu'un même courant traverse les résistances R_0 et R_g .

En déduire l'expression de $H_{12}(j\omega) = \mathbf{v}'_m / \mathbf{v}'_i$.

$$V'_i = V_{E2} - V_{E1} = V_{E2} - V_{E1} = R_g i ; i = V'_i / R_g ;$$

$$V'_m = (2R_0 + R_g) i = (2R_0 + R_g) V'_i / R_g ; H_{12}(j\omega) = v'_m / v'_i = (2R_0 + R_g) / R_g .$$

Déterminer l'expression $H_3(j\omega) = \mathbf{v}'_r / \mathbf{v}'_m$.

Théorème de Millman :

$$v'_3 = \frac{\frac{v_{s1}}{R_1} + \frac{v'_r}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} ; v'_3 = \frac{v_{s1}}{R_1} ; v'_3 = v'_3 \rightarrow \frac{v_{s1}}{R_1} + \frac{v'_r}{R_2} = \frac{v_{s1}}{R_1}$$

$$\frac{v'_r}{R_2} = \frac{v_{s1}}{R_1} - \frac{v_{s1}}{R_1} = \frac{v'_m}{R_1} \rightarrow \frac{v'_r}{v'_m} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{v'_r}{v'_i} = \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{2R_0 + R_g}{R_g} \right)$$

Pour le signal 2 (figure ci-dessus), supposé visualisé avant amplification, estimer la valeur maximale du coefficient d'amplification à ne pas dépasser.

Signal 2 : l'amplitude est de l'ordre de 4 divisions soit 20 mV = 0,02 V.

Si $V_{sat} = 15$ V, le coefficient d'amplification ne doit pas dépasser : $15/0,02 = 750$.

Le télémètre réel utilise une onde lumineuse, qui peut être plus directive que l'onde sonore.

Lorsque la cible est mobile le long de l'axe de visée du télémètre, on observe l'effet Doppler : cet effet est utilisé pour la mesure d'une vitesse.

Dans "La mort aux trousses", Alfred Hitchcock a tourné une scène dans laquelle Cary Grant est poursuivi par un avion .Quand l'avion fonce vers lui, le bruit du moteur semble de plus en plus aigu (hautes fréquences audibles). Quand il s'éloigne, il devient plus grave (basses fréquences audibles). On peut aussi observer le même phénomène, nommé "effet Doppler", en écoutant une sirène d'ambulance.

☰ ☱ ☲ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷

► [Leica laser](#)

► [Laser lumière](#)

► [Mesure longueur](#)

► [Mesure linéaire](#)

[menu](#)