

Acoustique

Exercice 2-17 : principe du RADAR

Considérons une source sonore, immobile, de fréquence f .

Considérons maintenant un objet s'approchant de la source sonore à la vitesse v .

Au même endroit que la source sonore, un récepteur sonore capte le son de la source sonore réfléchi par l'objet en mouvement.

On constate que la fréquence f' du son reçu a une fréquence différente du son émis f .

1. De quel phénomène s'agit-il ?
2. On remarque également que f' est supérieure à f . Pourquoi ?

Nous allons maintenant établir la relation mathématique liant f' et f :

On note T la période de la source sonore et T' la période du son reçu.

Considérons le son émis par la source à l'instant $t = 0$.

Le son se propage et atteint l'objet : on note d la distance qui sépare la source sonore et l'objet à ce moment.

3. Quelle durée τ met le son émis à l'instant $t = 0$ pour aller jusqu'à l'objet et revenir ?
4. Quelle durée τ' met le son émis à l'instant $t = T$ pour aller jusqu'à l'objet et revenir ?
5. Quelle est la relation entre τ , τ' , T et T' ?

6. En déduire que :

$$f' = f \frac{1}{1 - \frac{2v}{c}} = f \frac{c}{c - 2v}$$

v : vitesse de l'objet

c : vitesse du son dans l'air

Un RADAR utilise une source d'onde électromagnétique du domaine des hyperfréquences :

$f = 10$ GHz.

Le RADAR est dirigé vers un véhicule automobile.

On mesure un décalage en fréquence de 2,5 kHz.

7. En déduire la vitesse du véhicule (en km/h).
8. Le véhicule est-il en infraction ? (limitation à 130 km/h ; incertitude sur la mesure de 7 km/h).

Éléments de correction

1. Effet Doppler
2. $f' > f$ car l'objet se rapproche
3. $\tau = \frac{2d}{c}$
4. $\tau' = \frac{2(d-vT)}{c}$
5. $\tau' - \tau = T' - T = \frac{2(d-vT)}{c} - \frac{2d}{c} = \frac{-2vT}{c}$
6. $T' = T\left(1 - \frac{2v}{c}\right)$ et : $f' = f \frac{1}{1 - \frac{2v}{c}}$
7. Les ondes électromagnétiques se propagent à 300 000 km/s.
 $v = 37,5 \text{ m/s} = 135 \text{ km/h}$

Document réalisé avec le logiciel libre et gratuit OpenOffice.