

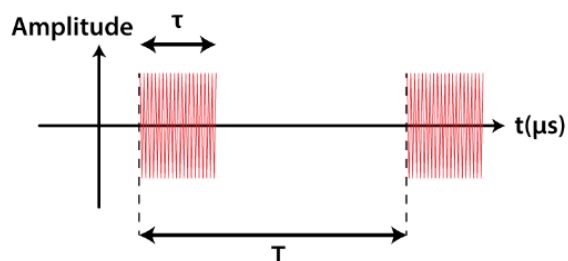
Devoir Maison n° 1

Mesure de distances et de vitesses par radar

A rendre le jeudi 25 septembre

Un radar est un appareil utilisant des ondes radio (ondes électromagnétiques de fréquences comprises entre quelques MHz et 100 GHz) pour détecter la présence d'objets mobiles, et connaître leur position et leur vitesse. On s'intéresse dans la suite à ces mesures de **position** et **vitesse**. On donne $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

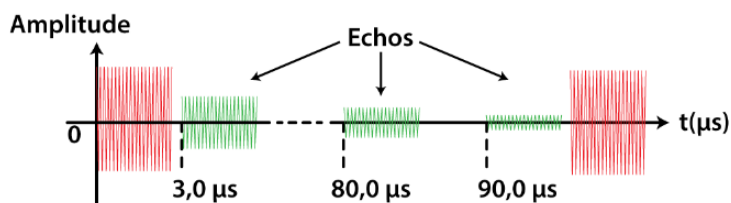
Le radar comporte une antenne qui émet, avec une période T , des impulsions, c'est-à-dire des signaux sinusoïdaux de durée limitée τ .



Ces impulsions sont envoyées dans toutes les directions de l'espace. Lorsque l'une d'elles rencontre un objet réfléchissant, elle est renvoyée vers l'antenne, qui **sert également de récepteur durant le temps où elle n'émet pas de signal**.

Mesure de position.

Un radar émet des impulsions de fréquence $f = 2.90 \text{ GHz}$ et de durée $\tau = 1.0 \mu\text{s}$ avec une période $T = 100.0 \mu\text{s}$. L'enregistrement ci-dessous montre deux impulsions émises par le radar, et trois échos renvoyés par des objets.



- 1) De quel type d'onde s'agit-il ?
- 2) Calculer la longueur d'onde des ondes émises pendant une impulsion, et le nombre N d'oscillations dans chaque impulsion.
- 3) Déterminer la distance à laquelle se trouvent les différents objets détectés, en supposant que les ondes se propagent à la même célérité que dans le vide. Comment expliquer la différence d'amplitude entre les impulsions envoyées et les échos ?
- 4) Montrer qu'il existe une distance minimale en dessous de laquelle on ne peut pas détecter un objet et calculer sa valeur numérique.

Mesure de vitesse.

Les radars routiers utilisent l'effet Doppler pour mesurer la vitesse V d'un véhicule. Ils émettent une onde électromagnétique sinusoïdale de fréquence f se propageant à la vitesse de la lumière c . Après réflexion sur le véhicule, l'onde revient en présentant un retard.

- 1) Si le véhicule est immobile à la distance d du radar, l'onde reçue et l'onde émise ont-elles même fréquence ? Quel est le retard entre l'onde émise et l'onde reçue, en déduire le déphasage entre les 2 ondes ? Préciser la nature de l'onde résultante dans l'espace séparant le radar et la cible.
- 2) Le véhicule se déplaçant à vitesse constante V , en s'éloignant de l'émetteur, exprimer à nouveau le retard entre l'onde reçue et l'onde émise. Montrer que l'onde réfléchie n'a plus la même fréquence que l'onde émise.
- 3) La fréquence d'émission est de l'ordre de $f = 2.10^{10} \text{ Hz}$, en déduire l'ordre de grandeur de la différence de fréquence pour un véhicule respectant les limitations de vitesses.