

Partie B. Un système d'aide au stationnement (6 points)

Mots-clés : propagation des ondes, mesure et incertitudes.

Le « radar de recul » qui équipe les véhicules est un système qui aide le conducteur à réaliser des manœuvres, en détectant les obstacles à l'arrière du véhicule.

Le système est souvent composé de quatre capteurs fixés dans le parechoc arrière, d'une centrale électronique incorporée et d'un avertisseur sonore.

Lors d'une manœuvre en marche arrière le conducteur est informé par un signal sonore de la présence d'un obstacle. La fréquence de ce signal augmente quand la distance qui sépare le véhicule de l'obstacle diminue.



(image : www.vw-clermontferrand.fr)

Cette partie s'intéresse au fonctionnement d'un capteur fixé dans le parechoc arrière d'un véhicule.

Paramètres techniques

- Zone de détection : 0,1 à 1,7 m
- Intensité de fonctionnement : ≤ 350 mA
- Fréquence de fonctionnement des capteurs : 40 kHz
- Température de fonctionnement : -40 °C à $+85$ °C

D'après la notice de montage du VS-Beep_Park 632202 de Valeo

Q19 - Après avoir identifié le domaine des ondes acoustiques (audible, infrason, ultrason) associé à la fréquence de fonctionnement des capteurs, proposer une explication de l'intérêt d'utiliser ces ondes acoustiques.

Q20 - Indiquer si les ondes acoustiques sont des ondes longitudinales ou des ondes transversales.

Le système d'aide au stationnement utilise des capteurs qui peuvent jouer deux rôles : celui d'émetteur et celui de récepteur d'une onde acoustique.

Le principe physique est le même que celui de l'échographie.

Le calculateur a accès aux informations suivantes :

- la valeur de l'intervalle de temps Δt séparant l'émission de la réception de l'onde acoustique par les capteurs ;
- la valeur de la vitesse de propagation de l'onde acoustique dans l'air dans les conditions d'utilisation :

$$v = 3,4 \times 10^2 \pm 0,1 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Q21 - Sur le **DOCUMENT-RÉPONSE en page 17 (à rendre avec la copie)**, tracer le chemin parcouru par l'onde acoustique depuis l'émission jusqu'à la réception, lorsqu'un de ces capteurs fixés sur le parechoc arrière du véhicule fait face à un obstacle plan (mur).

Q22 - Nommer le phénomène physique subi par l'onde au niveau du mur dans la situation représentée précédemment.

Q23 - Déterminer la valeur de la distance entre le parechoc et l'obstacle si l'intervalle de temps Δt entre l'émission et la réception a pour valeur 5,0 ms.

L'incertitude-type liée à l'horloge du boîtier, sur la mesure de la durée Δt , a pour valeur $u(\Delta t) = 0,10 \times \Delta t$.

L'incertitude-type sur la valeur de la distance d dépend des incertitudes-types sur la durée Δt du parcours et sur la célérité v de l'onde ; elle est donnée par la relation suivante :

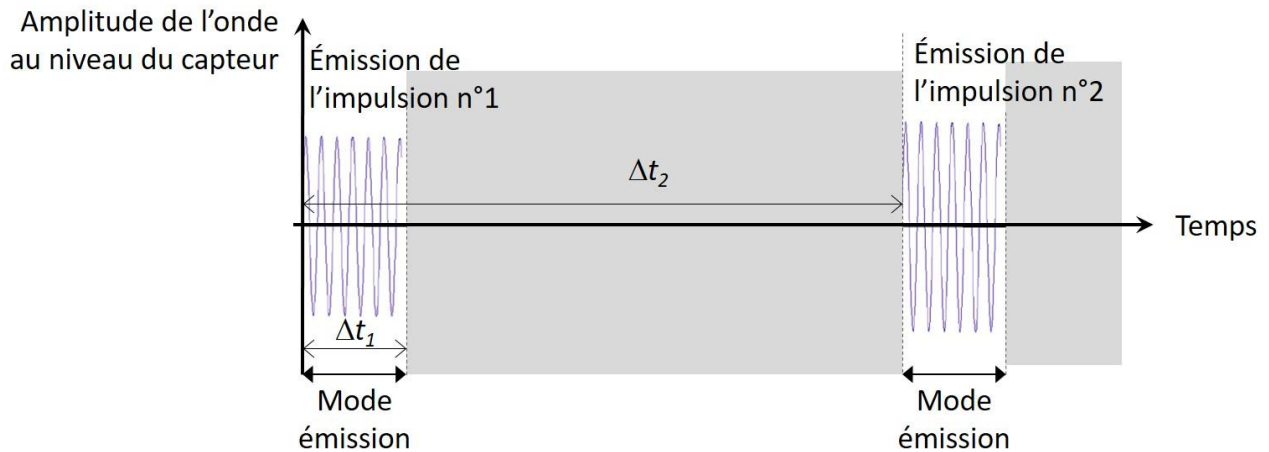
$$u(d) = d \times \sqrt{\left(\frac{u(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{u(v)}{v}\right)^2}$$

Q24 - Calculer la valeur de l'incertitude-type $u(d)$ pour la distance d . Puis exprimer le résultat de la mesure de d avec l'incertitude-type associée.

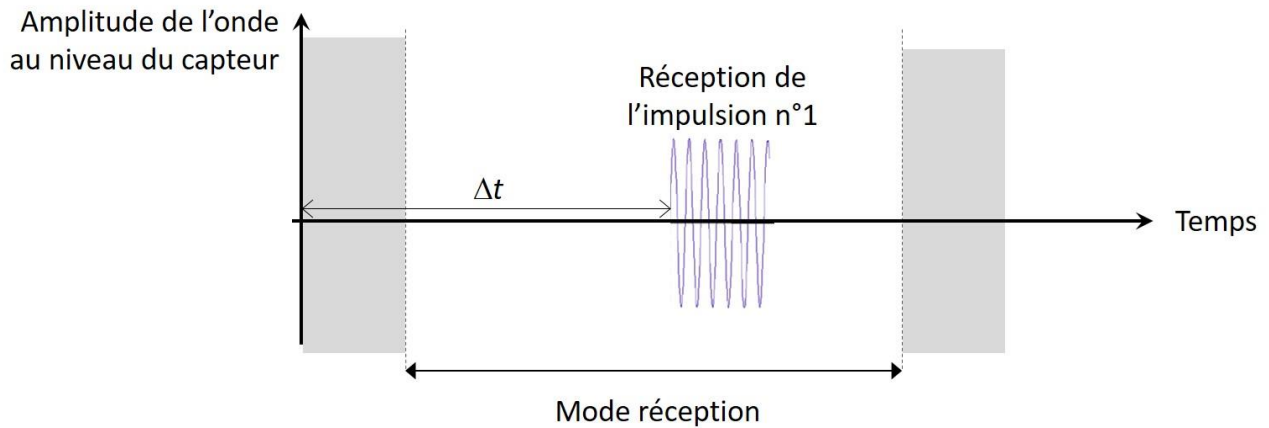
Chaque capteur fonctionne alternativement en mode émetteur puis en mode récepteur. Le capteur est constitué d'un matériau piézo-électrique qui génère des impulsions acoustiques de durée $\Delta t_1 = 0,5 \text{ ms}$, avec une périodicité $\Delta t_2 = 10 \text{ ms}$.

La figure ci-après illustre ce fonctionnement (la figure n'est pas à l'échelle).

Capteur en mode émission :



Capteur en mode réception :



Q25 - Montrer que la durée de chaque impulsion empêche le dispositif d'aide au stationnement de fonctionner correctement pour une distance véhicule-mur inférieure à une valeur de l'ordre de 0,1 m.

Q26 - Montrer que si on souhaite augmenter la zone de détection des capteurs, c'est-à-dire augmenter la valeur de la distance maximale $d_{max} = 1,7$ m, il sera nécessaire d'agir sur un des paramètres du capteur que l'on précisera.

DOCUMENT-RÉPONSE (à rendre avec la copie)

Partie B. Un système d'aide au stationnement

Q21.

