

EXERCICE 2 : Mesure de vitesse par temps de pluie

Étude de l'onde émise par le radar

1.

D'après le document n°2, la fréquence d'émission du radar est $f_E = 24,125 \text{ GHz}$.



Fréquence de l'onde émise : $f_E = 24,125 \text{ GHz}$
 Étendue de mesure : de 25 à 300 km·h⁻¹
 Angle entre l'axe du radar et la route : $\theta = 25^\circ$
 Portée de la mesure : $d = 50 \text{ m}$
 Puissance d'émission : $P_E = 2,00 \text{ mW}$
 Puissance minimale reçue détectable : $P_{Rmin} = 1,00 \text{ mW}$

Document n°2 : caractéristiques du radar

https://fr.wikipedia.org/wiki/Radar_automatique_en_France consulté le 12/12/2024

2.

$$c = \lambda \times f$$

$$\lambda \times f = c$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{24,125 \times 10^9}$$

$$\lambda = 1,24 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda = 12,4 \text{ mm}$$

3.

La fréquence du signal est $f_E = 24,125 \text{ GHz} = 24,125 \times 10^9 \text{ Hz}$

D'après le document n°3, les micro-ondes ont une fréquence comprise entre $300 \times 10^6 \text{ Hz}$ et $300 \times 10^9 \text{ Hz}$

Ainsi, l'onde émise par le radar appartient au domaine des micro-ondes.

Remarque : on peut aussi répondre avec la longueur d'onde.

La longueur d'onde du signal est $\lambda = 12,4 \text{ mm} = 12,4 \times 10^{-3} \text{ m}$

Domaines	Longueur d'onde	Fréquence
Rayon gamma	$< 5 \times 10^{-12} \text{ m}$	$> 60 \times 10^{18} \text{ Hz}$
Rayon X	$5 \times 10^{-12} \text{ m} \text{ — } 10 \times 10^{-9} \text{ m}$	$30 \times 10^{15} \text{ Hz} \text{ — } 60 \times 10^{18} \text{ Hz}$
Ultraviolet	$10 \times 10^{-9} \text{ m} \text{ — } 380 \times 10^{-9} \text{ m}$	$789 \times 10^{12} \text{ Hz} \text{ — } 30 \times 10^{15} \text{ Hz}$
Visible	$380 \times 10^{-9} \text{ m} \text{ — } 780 \times 10^{-9} \text{ m}$	$384 \times 10^{12} \text{ Hz} \text{ — } 789 \times 10^{12} \text{ Hz}$
Infrarouge	$780 \times 10^{-9} \text{ m} \text{ — } 0,1 \times 10^{-3} \text{ m}$	$3 \times 10^{12} \text{ Hz} \text{ — } 384 \times 10^{12} \text{ Hz}$
Submillimétrique	$0,1 \times 10^{-3} \text{ m} \text{ — } 1 \times 10^{-3} \text{ m}$	$300 \times 10^9 \text{ Hz} \text{ — } 3 \times 10^{12} \text{ Hz}$
Micro-ondes	$1 \times 10^{-3} \text{ m} \text{ — } 1 \text{ m}$	$300 \times 10^6 \text{ Hz} \text{ — } 300 \times 10^9 \text{ Hz}$
Ondes radio	$1 \text{ m} \text{ — } 1 \times 10^8 \text{ m}$	$3 \text{ Hz} \text{ — } 300 \times 10^6 \text{ Hz}$

Document n°3 : domaines des ondes électromagnétiques

D'après le document n°3, les micro-ondes ont une longueur d'onde comprise entre $1 \times 10^{-3} \text{ m}$ et 1 m

Ainsi, l'onde émise par le radar appartient au domaine des micro-ondes.

Étude de l'onde réfléchiée par temps sec

4.

Sur l'oscillogramme, on lit :

$$3T = 9 \text{ divisions}$$

$$T = \frac{9}{3}$$

$$T = 3 \text{ divisions}$$

Or la base de temps vaut 0,10 ms/div

Donc :

$$T = 3 \times 0,10 = 0,30 \text{ ms}$$

$$T = 3,0 \times 10^{-4} \text{ s}$$

La fréquence vaut :

$$f_D = \frac{1}{T}$$

$$f_D = \frac{1}{3,0 \times 10^{-4}}$$

$$f_D = 3,3 \times 10^3 \text{ Hz}$$

5.

On utilise la relation :

$$f_D = \frac{2 \times v \times f_E \times \cos(\theta)}{c}$$

$$\frac{2 \times v \times f_E \times \cos(\theta)}{c} = f_D$$

$$v = \frac{c}{f_D \times c} \times c$$

$$v = \frac{3,3 \times 10^3 \times 3,00 \times 10^8}{2 \times 24,125 \times 10^9 \times \cos(25^\circ)}$$

$$v = 22,6 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 22,6 \text{ m.s}^{-1}$$

Convertissons-en km/h :

$$v = 22,6 \times 3,6$$

$$v = 82 \text{ km.h}^{-1}$$

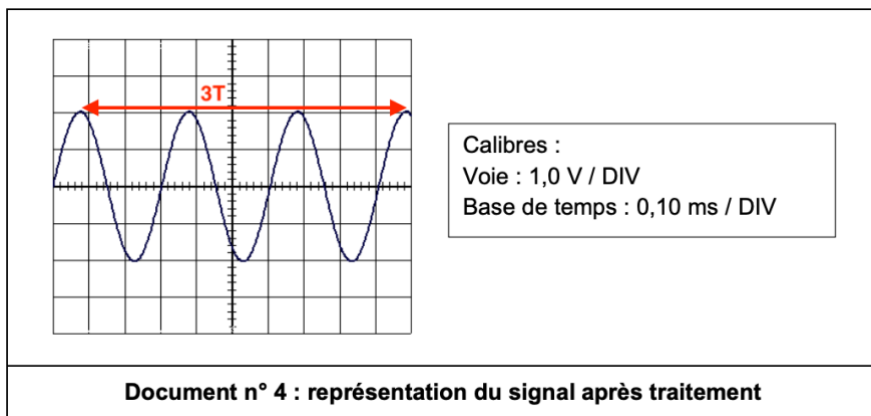
6.

La vitesse mesurée est $v = 82 \text{ km.h}^{-1}$

Le radar est implanté sur une route limitée à 80 km.h^{-1}

D'après le document n°5, pour une limitation à 80 km.h^{-1} , il y a verbalisation seulement si la vitesse est supérieure à 86 km.h^{-1}

Ainsi, l'automobiliste n'est pas verbalisé.



Vitesse limite	Verbalisation si vitesse supérieure à :
50 km·h ⁻¹	56 km·h ⁻¹
60 km·h ⁻¹	66 km·h ⁻¹
70 km·h ⁻¹	76 km·h ⁻¹
80 km·h ⁻¹	86 km·h ⁻¹
90 km·h ⁻¹	96 km·h ⁻¹
100 km·h ⁻¹	106 km·h ⁻¹

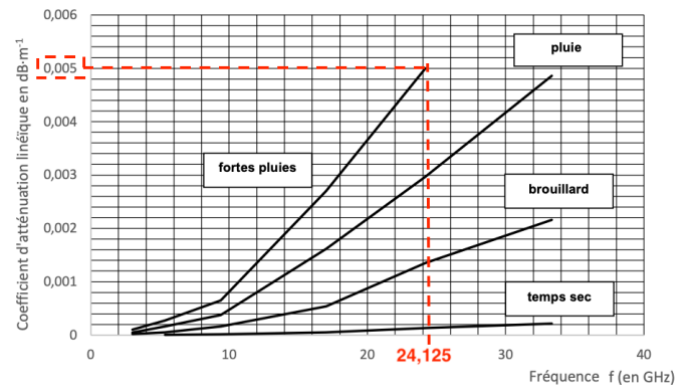
Document n°5 : limite de verbalisation

<https://www.securite-routiere.gouv.fr/> consulté le 12/12/2024

Étude de l'onde réfléchiée par temps de pluie

7.

D'après le document n°6, pour une fréquence $f_E = 24,125$ GHz et en cas de fortes pluies, on lit $\alpha = 0,005 \text{ dB.m}^{-1}$



8.

L'onde effectue un aller-retour entre le radar et le véhicule. La distance totale parcourue est $L = 2 \times 50 = 100 \text{ m}$

$$P_r = P_e \times 10^{-\frac{\alpha L}{10}}$$
$$P_r = 2,00 \times 10^{-3} \times 10^{-\frac{0,005 \times 100}{10}}$$
$$P_r = 1,78 \times 10^{-3}$$
$$P_r = 1,78 \text{ mW}$$

On retrouve bien la valeur demandée.

9.

D'après le document n°2, la puissance minimale détectable par le radar est $P_{\min} = 1,00 \text{ mW}$

Or, d'après la question 8 $P_r = 1,78 \text{ mW}$

La puissance reçue est suffisante pour être détectée. Le radar pourra effectuer la mesure de vitesse malgré les fortes pluies.



Fréquence de l'onde émise : $f_E = 24,125 \text{ GHz}$
Étendue de mesure : de 25 à 300 km.h^{-1}
Angle entre l'axe du radar et la route : $\theta = 25^\circ$
Portée de la mesure : $d = 50 \text{ m}$
Puissance d'émission : $P_E = 2,00 \text{ mW}$
Puissance minimale reçue détectable : $P_{R\min} = 1,00 \text{ mW}$

Document n°2 : caractéristiques du radar

https://fr.wikipedia.org/wiki/Radar_automatique_en_France consulté le 12/12/2024