

## Scheepsradar

Sommige schepen hebben een radarinstallatie om de afstand tot andere schepen of voorwerpen in de omgeving te meten. Een radarinstallatie zendt hiervoor elektromagnetische signalen uit die weerkaatst worden door een voorwerp. Door de tijd tussen het uitzenden en het ontvangen



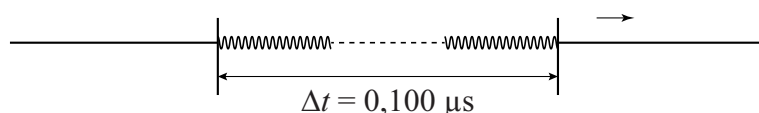
van een signaal te meten, kan de afstand tot het voorwerp bepaald worden, ook als dat voorwerp zich op grote afstand van het schip bevindt.

Een veelgebruikt type radar is de pulsradar. Dit type radar zendt een kort elektromagnetisch signaal uit en ontvangt even later de echo van dit signaal. Op een bepaald moment wordt er 0,26 ms gemeten tussen het uitzenden en het ontvangen van een signaal.

3p 1 Bereken de afstand tot het voorwerp.

Het signaal is een puls die bestaat uit een aantal opeenvolgende elektromagnetische golven. Deze golven worden gemaakt met een vaste frequentie van 9,38 GHz. Eén puls duurt 0,100  $\mu\text{s}$ . Zie figuur 1.

figuur 1



2p 2 Bereken uit hoeveel golven één puls bestaat.

Details met afmetingen van 10% van de golflengte zijn door de pulsradar net waar te nemen.

3p 3 Bereken de minimale afmeting van een voorwerp dat met deze pulsradar waar te nemen is.

Het bereik van een radar is de grootste afstand die met de radar gemeten kan worden. Het bereik wordt onder andere bepaald door het vermogen van de radar en de oppervlakte van het voorwerp dat de straling reflecteert, ook wel het doel genoemd.

Dit wordt beschreven met de radarvergelijking:

$$\frac{r^4}{PA} = \text{constant}$$

Hierin is:

- $r$  het bereik (in m);
- $P$  het vermogen van de radar (in W);
- $A$  de reflecterende oppervlakte van het doel (in  $\text{m}^2$ ).

Het bereik van een pulsradar is 30 km voor een doel met een reflecterende oppervlakte van  $6,0 \text{ m}^2$ . Bij gelijk vermogen is het bereik van deze radar voor een ander doel gelijk aan 45 km.

- 2p 4 Bereken hoe groot de reflecterende oppervlakte van dat andere doel is.

Het bereik wordt ook bepaald door de herhalingsfrequentie.

Dit is de frequentie waarmee de pulsen uitgezonden worden. Een nieuwe puls mag niet uitgezonden worden voordat de vorige puls is ontvangen.

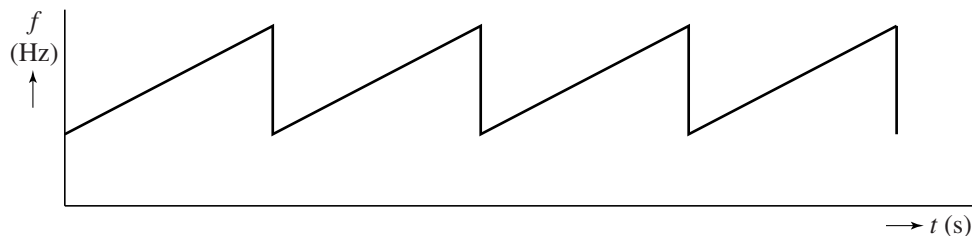
Op de uitwerkbijlage staan hierover drie zinnen.

- 2p 5 Omcirkel in deze zinnen telkens het juiste alternatief.

Naast de pulsradar bestaat er ook de breedbandradar. Dit type radar heeft twee antennes, één om continu uit te zenden en één om continu te ontvangen. Het vermogen van de zender blijft constant.

Het uitgezonden signaal is schematisch weergegeven in figuur 2.

**figuur 2**



- 1p 6 Geef aan of hier sprake is van frequentiemodulatie of van amplitudemodulatie.

Op de uitwerkbijlage is naast het uitgezonden signaal ook het signaal weergegeven dat de radar ontvangen heeft na weerkaatsing op een reflecterend doel. In deze figuur is de tijd tussen het uitzenden en het ontvangen van het signaal aangegeven met  $\Delta t$ . Ook de periode  $T$  van het signaal is aangegeven. Uit de verhouding  $\Delta t/T$  is de afstand tot het reflecterende doel te bepalen.

Deze radar heeft een bereik van 75 km. Bij deze afstand geldt  $\Delta t = T$ . De echo is dan net terug voordat het signaal opnieuw wordt uitgezonden.

- 2p 7 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand tot dit reflecterende doel.